

T.C.  
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ ve DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BETONARME YAPILARDA TASARIM SPEKTRUMLARININ OLUMSUZLUK  
PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

REMZİ SARI

TEMMUZ 2021

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BETONARME YAPILARDA TASARIM SPEKTRUMLARININ OLUMSUZLUK  
PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Hazırlayan  
Remzi SARI

Danışman  
Doç. Dr. Ercan IŞIK

Jüri Üyeleri  
Doç. Dr. Ercan IŞIK  
Doç. Dr. Abdülhalim KARAŞİN  
Dr. Öğr. Üyesi Fatih AVCİL

TEMMUZ 2021

## ONAY

Remzi SARI tarafından hazırlanan “**Betonarme Yapılarda Tasarım Spektrumlarının Olumsuzluk Parametreleri Üzerindeki Etkisi**” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

Dr. Öğr. Üyesi Fatih AVCİL  
(Başkan)

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Ercan IŞIK  
(Danışman)

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Abdülhalim KARAŞİN  
(Üye)

\_\_\_\_\_

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır

Prof. Dr. Zeki ARGUNHAN  
Enstitü Müdürü

**BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI**  
**ETİK BEYANI**

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Betonarme Yapılarda Tasarım Spektrumlarının Olumsuzluk Parametreleri Üzerindeki Etkisi**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 25/06/2021



**Remzi SARI**

**İmza**

## ÖZET

### BETONARME YAPILARDA TASARIM SPEKTRUMLARININ OLUMSUZLUK PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Remzi SARI

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ercan IŞIK

Temmuz 2021, 71 sayfa

Son deprem yönetmeliği ile coğrafi koordinatlara özel tasarım spektrumlarının kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında, Diyarbakır iline ait tüm ilçelerden birer coğrafik nokta seçilerek farklı coğrafik konumların il içinde deprensellik parametrelerini ve tasarım spektrumlarını hangi düzeyde etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada dikkate alınan tüm coğrafik konumlar için güncel deprem yönetmeliğinde belirtilen dört farklı yer hareket düzeyi ve beş farklı yerel zemin koşulu dikkate alınarak deprem parametreleri, yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları elde edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen tasarım spektrumları kullanılarak, örnek olarak seçilen betonarme yapı farklı olumsuzluk parametreleri dikkate alınarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kısa kolon, yumuşak kat, planda düzensizlik ve kat adedi parametreleri değişken olarak seçilmiştir. Çalışmada dikkate alınan her bir coğrafik konum için elde edilen tasarım spektrumları her bir olumsuzluk parametresi için ayrı ayrı kullanılarak analiz sonuçları elde edilmiştir. Çalışma ile hem coğrafik konuma özel tasarım spektrumlarının hem bu spektrum eğrilerinin yapıda bulunabilecek olumsuzluk parametrelerine etkisi ayrı ayrı incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tasarım spektrumu, Betonarme, Kısa kolon, Yumuşak kat, Adaptif statik itme

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF DESIGN SPECTRUM ON NEGATIVE PARAMETERS IN REINFORCED-CONCRETE STRUCTURES

Remzi SARI

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ercan IŞIK

July 2021, 71 page

It has become mandatory to use specific design spectra for geographical coordinates with the latest seismic code. Within the scope of this study, it was tried to determine at what level different geographic locations affect the seismicity parameters and design spectra within the city by choosing one geographical point from each of the districts of Diyarbakır. For this purpose, earthquake parameters, horizontal and vertical elastic design spectra were obtained for all geographic locations considered in this study, taking into account four different ground motion levels and five different local ground conditions specified in the current seismic code, and the results were compared. Structural analyses were carried out by taking into account the different negativity parameters of the reinforced-concrete structure selected as an example by using the obtained design spectra. Short column, soft story, irregularity in plan and number of stories were chosen parameters as variables in this study. Analysis results were obtained by using the design spectra obtained for each geographic location considered in the study separately for each negativity parameter. With this study, the effects of both geographic location-specific design spectra and these spectrum curves on the negativity parameters that can be found in the structure were examined separately.

**Keywords:** Design spectra, Reinforced-concrete, Short column, Soft story, Adaptive static pushover

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma sürecinde desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen istediğim zamanlarda çok rahat iletişime geçebildiğim, teknik ve akademik bilgisinden her zaman faydalandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ercan IŞIK'a sonsuz teşekkürü borç bilirim. Kendisi benim için bir hoca olmaktan çok daha fazla şey ifade etmektedir. İyi niyeti, samimiyeti, hayat görüşü ve zorluklarla mücadele şekli benim için çok önemli örnek teşkil etmektedir. Kendisine saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Çalışma sürecinde teknik bilgisinden yararlandığım ve tez ile ilgili çalışmalarım için bana idari yönden de imkanlar tanıyan ve bu süreçte desteğini esirgemeyen Kilis Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Yapım Proje Şube Müdürü olan amirim Sayın İbrahim Halil SAPAN'a çok teşekkür ederim. Bilgi alışverişinde bulunduğum arkadaşım Rojin KARAKAŞ'a da teşekkür etmek isterim. Ayrıca tezimin oluşumunda kaynak olarak kullandığım ve kaynaklar kısmında isimlerini ve çalışmalarını belirttiğim değerli hocalarıma da bu kıymetli çalışmalarından ve tezime katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

## ÖNSÖZ

Yaşanan depremlerin oluşturdukları can ve mal kayıplarından dolayı günümüzde depreme dayanıklı yapı tasarımı daha da önem kazanmıştır. Bu durum ülkemizde etkisi göstermiş yapı ile ilgili yönetmeliklerimiz revize edilmiş ve edilmeye de devam edilmektedir. Bu durum, Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği – 2018 (TBDY-2018) ile bir kez daha revizyonların gereklilik olduğunu ortaya koymuştur. Bu yönetmelik kapsamından önemli değişikliklerden biri sahaya özgü tasarım spektrumlarının kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Güncel deprem yönetmeliği ile deprem etkilerinin belirlenmesi adına Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılmaya başlanılmıştır. Bu uygulama yardımı ile herhangi bir coğrafi konuma ait deprem etkilerinin yapısal analizlerde kullanılması için deprem parametre değerleri hesaplanabilmektedir. Uygulama ile herhangi bir nokta için yerel zemin koşulları ve deprem yer hareket düzeyi seçilerek deprem parametreleri hesaplanabilmektedir.

Bu çalışmada ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan betonarme yapılarda tasarım spektrumların yapıda bulunan olumsuzluk parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Olumsuzluk parametreleri olarak yumuşak kat, kısa kolon, kat adedi ve planda düzensizlik durumu olmak üzere dört farklı değişken seçilmiştir. Bu değişkenler özellikle betonarme yapılarda deprem hasarlarının ana nedenleri arasında yer almalarından dolayı seçilmiştir.

Bu tez çalışması ile herhangi bir il içerisinde yer alan farklı coğrafik konumların betonarme yapılarda hem deprem hem de yapısal analiz sonuç parametrelerini hangi düzeyde ve nasıl etkilediğini de ortaya koyma amacı ile yapılmış olup örnek il olarak Diyarbakır ili seçilmiştir. Diyarbakır ilinde yer alan tüm ilçe merkezlerinden birer adet coğrafik konum seçilmiştir. Her bir konum için dört farklı yer hareket düzeyi ve beş farklı zemin sınıfı için deprem parametrelerinin yanı sıra yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları elde edilmiştir. Elde edilen bu tasarım spektrumlarının olumsuzluk parametreleri üzerindeki etkisini ortaya koymak adına yapısal analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma hem TBDY-2018 de öngörülen sahaya özel tasarım spektrumlarının kullanılması hem de olumsuzluk parametrelerinin betonarme yapılarda, yapısal performans etkisi anlamında katkı sağlayacaktır.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	iv
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	v
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	ix
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	4
2.1. Diyarbakır İlinin Depremselliği .....	7
2.2. Çalışmada Dikkate Alınan Olumsuzluk Parametreleri .....	13
2.2.1. Kısa Kolon .....	14
2.2.2. Yumuşak Kat .....	17
2.2.3. Planda Düzensizlik .....	19
2.2.4. Kat Adedi .....	20
2.3. Çalışmada Kullanılan Analiz Türleri .....	20
2.3.1. Özdeğer (Eigenvalue Analizi) .....	21
2.3.2. Adaptif Statik İtme Analizi .....	21
2.3.3. Deprem Parametreleri .....	22
2.4. Örnek Olarak Seçilen Betonarme Yapı .....	27
<b>3. BULGULAR</b> .....	29
3.1. Deprem Parametrelerinin Karşılaştırılması .....	29
3.1.1. DD1 Yer Hareket Düzeyi .....	29

3.1.2. DD2 Yer Hareket Düzeyi .....	37
3.1.3. DD3 Yer Hareket Düzeyi.....	43
3.1.4. DD4 Yer Hareket Düzeyi.....	49
3.2. Olumsuzluk Parametreleri İçin Elde Edilen Yapısal Analiz Sonuçları .....	54
3.2.1. Referans Bina.....	55
3.2.2. Yumuşak Kat.....	56
3.2.3. Planda Düzensizlik .....	58
3.2.4. Kat Adedi.....	60
<b>4.SONUÇLAR.....</b>	<b>64</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>66</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>71</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
2. 1. Deprem yer hareketi düzeyleri .....	5
2. 2. Yerel zemin sınıfları .....	6
2. 3. Çalışma kapsamında elde edilen parametrelerin tanımları.....	23
2. 4. Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları.....	24
2. 5. 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları .....	24
3. 1. Diyarbakır için farklı aşılma olasılıkları için elde edilen PGA ve PGV değerleri.....	30
3. 2. Farklı aşılma olasılıkları için elde edilen SS ve S1 değerleri .....	30
3. 3. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 / ZA) .....	31
3. 4. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 / ZB) .....	31
3. 5. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 / ZC) .....	32
3. 6. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1/ ZD) .....	32
3. 7. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 /ZE).....	33
3. 8. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZA) .....	38
3. 9. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZB) .....	38
3. 10. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZC) .....	39
3. 11. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZD) .....	39
3. 12. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZE).....	40
3. 13. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZA) .....	44
3. 14. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZB) .....	44
3. 15. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZC) .....	45
3. 16. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZD) .....	45
3. 17. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZE).....	46
3. 18. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZA) .....	49
3. 19. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZB) .....	50
3. 20. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZC) .....	50
3. 21. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZD) .....	51
3. 22. Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZE).....	51
3. 23. X doğrultusunda elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması .....	55
3. 24. Yumuşak kat durumu için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması.....	57
3. 25. Düzensiz yapı için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması.....	59
3. 26. 6-katlı yapı için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması .....	61

3. 27. 7-katlı yapı için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması .....62



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2. 1. Çalışmada dikkate alınan farklı geometrik konumlar.....	5
2. 2. Diyarbakır ve yakın çevresinin lokasyon haritası .....	8
2. 3. Diyarbakır havzası ve çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası.....	9
2. 4. Anadolu' da meydana gelen levha hareketleri .....	10
2. 5. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Diyarbakır ve yakın çevresinde bulunan aktif faylar.....	11
2. 6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın yöresinde meydana gelen tarihsel depremler .....	11
2. 7. Türkiye Deprem Tehlike Haritası.....	12
2. 8. Diyarbakır ili için farklı yer hareketleri için elde edilen tehlike haritaları .....	13
2. 9. Kolon net yüksekliğinin kısaltılması .....	14
2. 10. 1999 Gölcük depremi sonrası kısa kolon hasarı.....	15
2. 11. Kısa kolon oluşum sebepleri; a) eğimli arazi; b) asma kat, c) ara sahanlık .....	16
2. 12. Simav Cumhuriyet Lisesi binasında bant pencerelerin neden olduğu kısa kolon hasarı.....	16
2. 13. Parapet duvarlar nedeni ile oluşan kısa kolon hasarı.....	17
2. 14. 2011 Van depreminde oluşan yumuşak kat hasarı .....	18
2. 15. Yumuşak kat etkileri.....	19
2. 16. A3 türü düzensizlik durumu .....	20
2. 17. Tipik statik itme eğrisi ve hesaplanan yer değiştirmeler .....	22
2.18. İnteraktif Web Deprem Uygulaması için örnek seçim ekranı .....	23
2. 19. Yatay elastik tasarım spektrumu.....	25
2. 20. Sde - (T) grafiği .....	26
2. 21. Düşey elastik tasarım spektrumu .....	27
2. 22. Örnek bina için kat kalıp planı .....	28
2. 23. Örnek olarak seçilen yapıya ait 2 ve 3 boyutlu modeller .....	28
3. 1. DD-1 yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması.....	35
3. 2. DD-1 yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması .....	36
3. 3. DD-2 yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması .....	41
3. 4. DD-2 yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması .....	42
3. 5. DD-3 yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması .....	47
3. 6. DD-3 yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması .....	48
3. 7. DD-4/ZA yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması.....	52
3. 8. DD-4/ZB, ZC, ZD ve ZE için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması .....	53

3. 9. DD-4/ZA yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması .....	53
3.10. DD-4/ZB, ZC, ZD ve ZE için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması.....	54
3. 11. Planda düzensizlik için oluşturulan 3 boyutlu model.....	58
3. 12. 6 ve 7-katlı bina için elde edilen 3 boyutlu yapı modelleri .....	60



## SİMGELER DİZİNİ

$F_1$	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
$F_s$	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
$g$	Yerçekimi ivmesi [ $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ]
$S_{ae}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{aeD}(T)$	Düşey elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{de}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi [m]
$S_{DS}$	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$S_{D1}$	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$S_s$	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$S_1$	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$T$	Doğal titreşim periyodu [s]
$T_A$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_{AD}$	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_B$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_{BD}$	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_p$	Binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
$(V_s)_{30}$	Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı [m/s]

## KISALTMALAR DİZİNİ

TBDY-2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018
DBYBHY-2007	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
MB	Cisim dalgası büyüklüğü
MS	Yüzey dalgası büyüklüğü
MW	Moment büyüklüğü
MI	Yerel(lokal) büyüklük
NC	Göçme öncesi yerdeğiştirme değeri
SD	Önemli hasar yerdeğiştirme değeri
NL	Sınırlı hasar yerdeğiştirme değeri
K-elas	Etkin rijitlik değeri
K-eff	Efektif rijitlik değeri
PGA	En büyük yer ivmesi [g]
PGV	En büyük yer hızı [cm/sn]

## 1. GİRİŞ

Depremler sonrası oluşan yapısal hasarlardan kaynaklanan can ve mal kayıpları depreme dayanıklı yapı tasarımını daha da önemli bir hale getirmiştir. Bu durum ülkemiz için de geçerli olup farklı tarihlerde deprem yönetmeliklerimiz revize edilerek son halini 2018 yılında almış olup, 2019 yılında yürürlüğe girerek Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği – 2018 (TBDY-2018) adını almıştır. Bu yönetmelik önceki yönetmeliklerden önemli farklılıklar içermektedir. Ayrıca daha önce Deprem Bölgeleri Haritası güncellenerek Türkiye Deprem Tehlike Haritalarına dönüşmüştür.

Güncel olarak kullanılan deprem yönetmeliğinde önemli değişikliklerden biri bu noktada ortaya çıkmıştır. Deprem bölgeleri kavramı yerine sahaya özgü depremsellik dikkate alınarak her bir nokta için sahaya özgü tasarım spektrumları kullanılmaya başlanmıştır. Makro deprem tehlikesi yerine mikro düzeyde deprem tehlikesi dikkate alınarak yapıların tasarımı ve değerlendirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Dolayısı ile her bir coğrafik konuma ait depremsellik parametreleri ve tasarım spektrumları o noktaya özel olarak elde edilmektedir.

Herhangi bir coğrafi konuma ait depremsellik ögeleri ve yerel zemin koşullarının birlikte dikkate alınması genel anlamda tasarım spektrumları ile ifade edilebilmektedir. Yerel zemin koşullarının hem deprem parametrelerine hem de yapısal analizlere doğrudan etki ettiği bilinen bir gerçektir (Işık vd., 2020; Karaşin vd., 2020). Ayrıca yerel zemin koşulları yapısal analizlerde dikkate alınan tasarım spektrumlarının da farklılaşmasına neden olmaktadır. Tasarım spektrumlarının genliği yapılardan beklenen yer değiştirme değerlerini değiştirmektedir. Daha yüksek değerlerdeki yer değiştirme istem talepleri karşılanmayan yapılarda hasar tahminlerinin ve bina performansının gerçek değerlerden uzaklaşacağı açıktır (Kutunis vd., 2018; Karaşin ve Işık, 2017; Işık vd., 2016).

Depremsellik ögeleri ve yerel zemin koşullarının yanı sıra yapıların deprem savunma mekanizmalarının zayıflamasına neden olan olumsuzluk parametreleri yapıların deprem etkis altındaki davranışlarını etkilemektedir. Yapılarda bulunan bu olumsuzluk parametreleri yapının savunma mekanizmasını doğrudan etkilemekte ve oluşabilecek hasar düzeyini arttırabilmektedir (Harirchian vd., 2020; Sipos ve Hadzima-Nyarko, 2017; Işık, 2016; Yakut, 2004; Arslan vd., 2010; Arslan vd., 2008; Yakut vd., 2014; Işık vd., 2018; Sucuoğlu vd., 2007; Bal vd., 2008).

Yapılarda bulunan olumsuzluklar ve tasarım spektrumlarının yapısal analizlere etkisi üzerine değişik çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bu çalışmalardan bazılarında aşağıda değinilmiştir.

Işık vd., (2020), tarafından yapılan çalışma ile Marmara Bölgesi'nde yer alan tüm yerleşim birimleri için tasarım spektrumları elde edilerek bu tasarım spektrumlarının yapısal analizlere etkisi incelenmiştir.

Karaşin vd., (2020) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde yer alan yedi farklı coğrafi bölgeden birer il seçilerek, tasarım spektrumlarının il bazında farklılıkları ortaya konmaya çalışılmıştır.

Özmen ve İnel (2017), yaptıkları çalışma ile kısa kolon, yumuşak kat, inşaat kalitesi ve ağır çıkma gibi parametreleri değişken olarak seçerek bunların yapı performanslarını hangi düzeyde etkilediklerini belirlemeye çalışmışlardır.

Özmen (2005), yapıların hızlı değerlendirme yöntemlerinde bulunan farklı parametreleri değişken olarak seçmiş ve bu değişkenlerinin yapısal analizlere hangi düzeyde etki ettiğini yapmış olduğu yüksek lisans tezi ile ortaya koymaya çalışmıştır.

Yakut (2004), yaptığı bu çalışma ile betonarme yapılar için bir hızlı değerlendirme yöntemi sunmuştur. Bu çalışmada planda düzensizlik, kısa kolon, yumuşak kat, yapı kalitesi ve düzeyde düzensizlik gibi farklı parametreler için birer azaltma katsayısı önermiştir.

Özcebe (2004), yürütmüş oldukları proje kapsamında yapılarda bulunabilecek olumsuzluk parametreleri için birer azaltma katsayısı elde etmişlerdir. Bu proje kapsamında elde ettikleri sonuçları kullanarak hızlı değerlendirme yöntemi önermişlerdir.

Al-Nimry vd. (2015), betonarme binalar için sismik kırılgenlikleri dikkate alarak orta ve düşük yükseklikteki bu yapılar için hızlı değerlendirme yöntemleri sunmuşlardır. Yumuşak/zayıf kat, planda düzensizlik ve ağır çıkma parametreleri değişken olarak seçilmiştir.

Harirchian vd (2020) yaptıkları çalışma ile farklı ülkelerde kullanılan hızlı değerlendirme yöntemlerini ve bu yöntemlerde yer alan olumsuzluk parametreleri hakkında detaylı bilgiler vermişlerdir.

Yukarıda çalışmalardan da anlaşılacağı üzere betonarme yapılarda sadece olumsuzluk parametreleri veya sadece tasarım spektrumunun değişken olarak seçildiği çalışmalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmada farklı olumsuzluk parametreleri farklı tasarım spektrumları ile birlikte incelenmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında öncelikle il bazında deprem parametrelerinin hangi düzeyde değişimini incelemektedir. Bu kapsamda Diyarbakır ve ile bağlı tüm ilçeler örnek olarak alınacaktır. Diyarbakır iline ait tüm ilçelerde rastgele seçilen bir coğrafik konuma ait deprem parametreleri, yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları dört farklı yer hareket düzeyi ve beş farklı yerel zemin sınıfı dikkate alınarak elde edilmiştir. Bu bölüm ile birlikte güncel

deprem yönetmeliği ve deprem tehlike haritalarının etkileri örnek olarak seçilen Diyarbakır özelinde incelenecektir. Diyarbakır ilinde yer alan tüm ilçelerin dikkate alınarak bu değerlerin elde edilmesi ile sahaya özgü deprem öğelerinin anlaşılması adına önemli bir yere sahip olacaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde il içerisinde yer alan ve çalışmada dikkate alınan her bir coğrafik konum için elde edilen tasarım spektrumları kullanılarak tasarım spektrumlarının farklılaşmasının betonarme yapılardaki yapısal analizler sonuçlarına hangi düzeyde etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Yapısal analizler farklı yapısal olumsuzluk parametreleri için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Dikkate alınan olumsuzluk parametreleri yumuşak kat, kısa kolon, planda düzensizlik ve kat adedi olmak üzere dört ana başlık altında toplanmıştır. Tasarım spektrumlarının yapı olumsuzluk parametreleri ile birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılacaktır.

Çalışmanın amacı, herhangi bir il içerisinde yer alan farklı coğrafik konumların betonarme yapılarda hem deprem hem de yapısal analiz sonuç parametrelerini hangi düzeyde ve nasıl etkilediğini ortaya koymaktır. Çalışma hem TBDY-2018 de öngörülen sahaya özel tasarım spektrumlarının kullanılması hem de olumsuzluk parametrelerinin yapısal performansa etkisi anlamında katkı sağlayacaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Dünyada ve ülkemizde özellikle yaşanan depremler sonrası, mevcut yapıların deprem güvenliklerinin tespiti önem kazanmıştır. Bu bağlamda deprem hasarlarının yaygın olarak gözlemlendiği betonarme yapılar ön plana çıkmaktadır. Mevcut betonarme yapılar için performansa bağlı analiz yöntemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mevcut yapıların değerlendirilmesi ilk olarak, 2007 yılındaki Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) ile birlikte yönetmeliklerimize girmiş olup, 2018 yılında güncellenen yeni yönetmelikte 15.Bölüm olarak kendine yer bulmuştur.

Yapıların inşa edileceği temel zemini ve bu zeminin özellikleri, yapıların depreme karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken en önemli unsurlardan biridir. Yerel jeolojik zemin koşullarının sismik hareketlerin karakterlerini doğrudan etkilediği ve değiştirdiği bilinmektedir. Zeminin karmaşık ve katmanlı bir yapıya sahip olmasına bağlı olarak bozulmalar ve çökmeler artabilir (Yön vd., 2015; Karaşin ve Işık, 2017).

Bir deprem sırasında oluşan zemin titreşimleri, deprem odağından çevreye yayılacak ve etkileri zemin koşullarına bağlı olarak odaktan uzaklaştıkça değişecek ve genellikle azalacaktır. Yerel zemin koşullarının deprem etkisindeki yapıların davranışını değiştirmektedir. Türk yapı yönetmeliklerinde belirtilen zemin sınıflarının farklılaşmasının yapı performansına etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır (Karaşin ve Işık, 2017).

2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile deprem etkilerinin belirlenmesi adına Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılmaya başlanılmıştır ( TBDY-2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete; 30364, 2018; <https://tdth.afad.gov.tr/>). Bu uygulama yardımı ile herhangi bir coğrafi konuma ait deprem etkilerinin yapısal analizlerde kullanılması için deprem parametre değerleri hesaplanabilmektedir. Bu çalışma kapsamında bu uygulama kullanılmıştır. Uygulama ile herhangi bir nokta için yerel zemin koşulları ve deprem yer hareket düzeyi seçilerek deprem parametreleri hesaplanabilmektedir.

Çalışma, il bazında deprem parametrelerinin hangi düzeyde değişimini incelemektedir. Bu bağlamda, Diyarbakır, örnek il olarak seçilmiştir. Çalışmada dikkate alınan farklı geometrik konumların harita üzerinde gösterimi Şekil 2.1.'de gösterilmiştir



**Şekil 2. 1.** Çalışmada dikkate alınan farklı geometrik konumlar

Diyarbakir iline ait 14 farklı ilçe merkezinin her biri için ayrı ayrı deprem parametreleri hesaplanmıştır. Deprem yer hareket düzeyi olarak, dört farklı düzey dikkate alınacaktır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY-2018), bu dört farklı düzeyde deprem yer hareketi (Çizelge 2.1.)'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2. 1.** Deprem yer hareketi düzeyleri (TBDY-2018)

Deprem Düzeyi	Tekrarlanma Periyodu	Aşılma Olasılığı (50 yılda)	Tanımı
DD-1	2475	0.02	En büyük deprem yer hareketi
DD-2	475	0.1	Standart tasarım deprem yer hareketi
DD-3	72	0.5	Sık deprem yer hareketi
DD-4	43	0.68	Servis deprem hareketi

Yerel zemin koşullarının yapıların sismik davranışlarını doğrudan etkilediği bilinen bir gerçektir (Borcherd, 1990; Işık vd., 2016). Bir önceki yönetmelikte farklı grup ve farklı sınıflar ile ifade edilen yerel zeminler, güncel olan TBDY-2018'de grup ve sınıflar birleştirilerek altı farklı zemin sınıfı olarak dikkate alınmaya başlanmıştır. Çalışmaya esas olan tüm ilçe merkezleri için beş farklı zemin sınıfı dikkate alınmıştır. Değişen zemin sınıflarına ait özellikler Çizelge 2.2.'de gösterilmiştir. ZF sınıfı zeminlerde sahaya özgü iş ve işlemlerin yapılarak gerekli olan değerlerin hesaplanması gerektiğinden bu tez çalışması kapsamında bu zemin sınıfı dikkate alınmamıştır.

**Çizelge 2. 2. Yerel zemin sınıfları (TBDY-2018)**

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		(VS)30 [m/s]	(N60)30 [darbe/30cm]	(Cu)30[kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 760	- > 50	> 250
ZD	Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil Tabakaları	180- 360	15-50	70-250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak-katı kil tabakaları veya $P > 20$ ve $w > 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $C_u < 25$ kPa) içeren profiller	<180	<15	<70

Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler :

- 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.),
- 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer,
- 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killer ,
- 4) Çok kalın ( $> 35$  m) yumuşak veya orta katı killer.

Çalışma kapsamında TBDY-2018 yerel zemin sınıfı olarak tüm geometrik konumlar için ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE sınıfı dikkate alınmıştır. bu zemin sınıfları seçilen her bir ilçe merkezi için kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ), en büyük yer ivmesi (PGA), en büyük yer hızı (PGV), yerel zemin etki katsayıları ( $F_s$  ve  $F_1$ ), tasarım spektral ivme katsayıları (Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{Ds}$ ) ile 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{D1}$ ) ve yatay ile düşey elastik spektrum değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında örnek olarak seçilen betonarme bina, her ilçe için elde edilen yatay tasarım spektrum eğrileri kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde adaptif statik itme analizi kullanılmıştır. Analiz sonucu her bir ilçe için taban kesme kuvvetleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yerdeğiştirme değerleri olarak idealize edilmiş eğri üzerinde yer alan üç farklı nokta için değerler elde edilmiştir. İlk değer akma anındaki yer değiştirmeyi ( $d_y$ ), ikinci değer intermediate ( $d_{int}$ ) ve üçüncü değer ise hedef yer değiştirmeyi ifade etmektedir. Elastik rijitlik değeri ( $K_{elas}$ ) ve etkili rijitlik ( $K_{eff}$ ) değerleri de tüm modeller için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yapıda oluşacak hasar durumları için de hedef deplasmanlar hesaplanabilmektedir. Yazılım programında yer alan hasar durumları için üç farklı durum belirtilmiştir. Bunlar; göçme öncesi (NC), önemli hasar

(SD) ve hasar sınırlaması (DL) olarak dikkate alınmıştır. Bu değerler tüm ilçeler için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

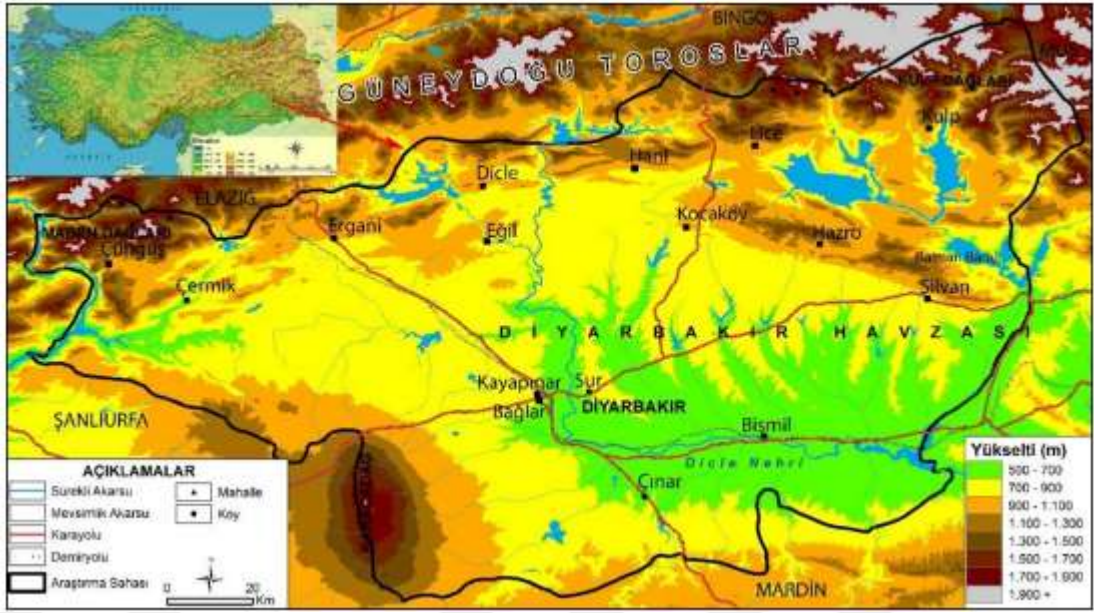
## **2.1. Diyarbakır İlinin Depremselliği**

Türkiye Alp – Himalaya yükselim kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Ülkemiz kuzeyde Avrasya güneyde ise Afrika Arabistan plakaları arasında bulunmaktadır. Ülkemizin jeolojisi tektonik yapısı bu plakaların hareketlerine bağlı olarak gelişmiştir (Eyidoğan, 2011).

Alpin dağ oluşumu yaklaşık olarak 80 milyon önce oluşmuş olup ülkemizde bugün gözlemlenen jeolojik olguların şekillenmesinde belirleyici olmuştur (Eyidoğan, 2011). Alp - Himalaya kuşağı, Azor takımadalarından başlar, Uzakdoğu'da Endonezya'ya kadar ulaşmaktadır. Avrasya, Afrika ve Hint- Avustralya plakalarının göreceli hareketlerinden oluşan depremleri içeren aktif bir kuşaktır. Ayrıca yapılan çalışmalar, Afrika levhasının Avrasya levhasına göre göreceli olarak kuzeye doğru hareket ettiğini ve Avrasya levhasının altına daldığını göstermiştir. Ülkemiz bu önemli deprem kuşağının Akdeniz bölgesindeki en hareketli kısmını oluşturur (Anadolu ve Kalyoncuoğlu 2010).

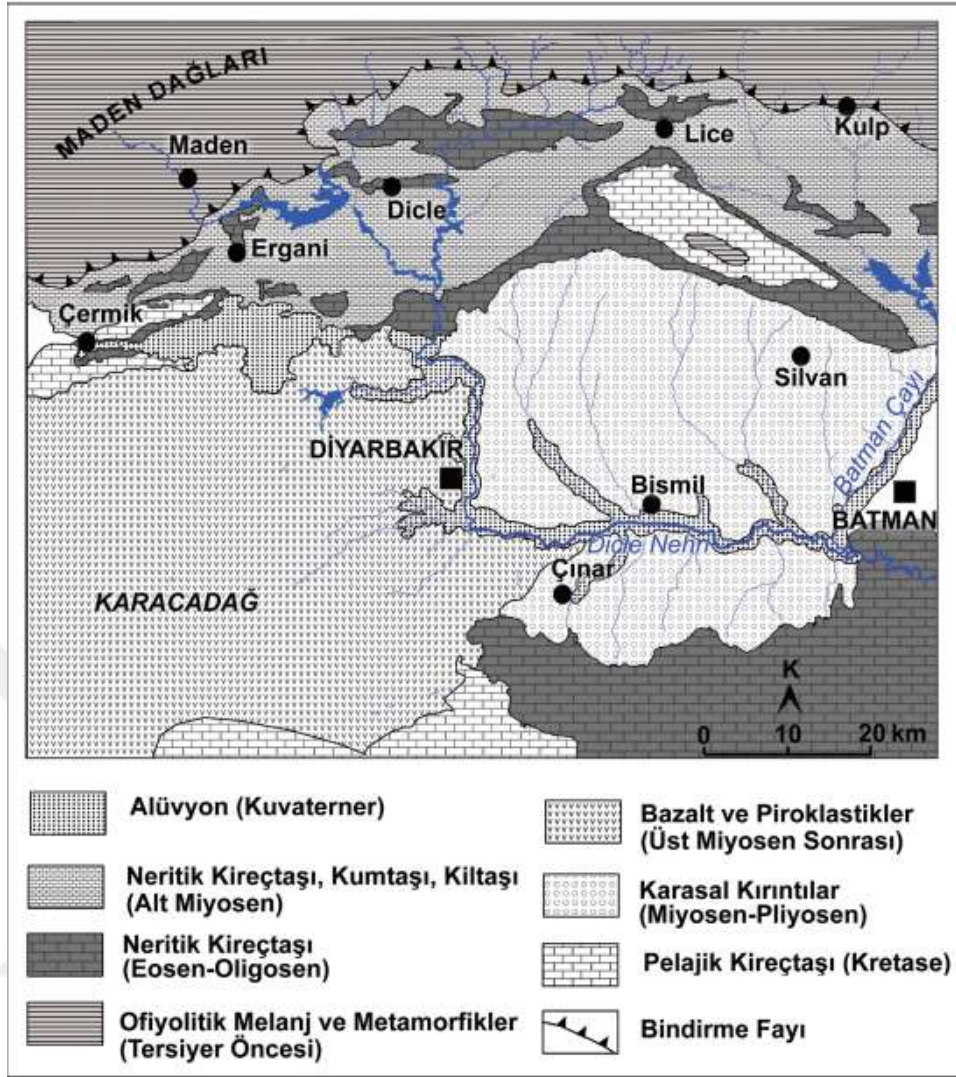
Ülkemizin karmaşık jeolojisi ve jeodinamik konumundan ötürü ülkemiz fazla sayıda aktif fay barınmaktadır. Türkiye Diri Fay Haritası 'na göre ülkemizi doğu batı yönlü geçen Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ve Batı Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu, Marmara ve Ege bölgeleri ile ülkemizde deprem riski en yüksek olan alanlardır (MTA Genel Müdürlüğü).

Diyarbakır iline geçecek olursak Diyarbakır il sınırları coğrafik olarak, Yukarı Mezopotamya Havzası'nın kuzeyinde yer bulunur. Güneyinde Mardin dağları, kuzeyinde ise Güneydoğu Toroslar bulunmaktadır. Bu iki yükselim dağları arasında havza durumundaki bölgenin eksenini doğu-batı doğrultulu Dicle Nehri vadisi oluşturur. Diyarbakır Havzası'nın güney-güneybatısında ise sönmüş volkanik bir dağ olan Karacadağ bulunmaktadır (Çağdaş vd., 2009).



**Şekil 2. 2.** Diyarbakır ve yakın çevresinin lokasyon haritası( Durmuş, 2018)

Diyarbakır havzası farklı jeolojik zamanlarda, farklı fasiyelerde meydana gelmiş çeşitli litolojilerden oluşmaktadır. Havzanın batı güneybatısını Üst Miyosen'den Pleyistosen'e kadar sürmüş volkanizmanın sonucu oluşan Karacadağ bazaltları kaplar. Doğu ve kuzeydeki antiklinallerin büyük bir parçasını Eosen'den Miyosen'e kadar devam eden bir zaman diliminde denizel ortamda oluşmuş kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu antiklinalleri bölen senklinallerde ve aşındırılmış depresyonlarda ise geneli Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı volkano sedimanter karmaşık birimler yüzlek vermektedir. Havza tabanında tersiyer gölsel karasal kumtaşı kıltaşı konglomeralar, bunların üzerinde Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal dolgular, vadi tabanlarında ise Kuvaterner alüvyonlar çökelmiştir (Karadoğan ve Kavak, 2017) (Şekil 2.2.).



Şekil 2. 3. Diyarbakir havzası ve çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Sütçü, 2008)

Diyarbakir ili jeotektonik konum itibariyle Arabistan Platformu üzerinde yer alır, bundan dolayı da jeolojik açıdan bu platformun tipik özelliklerine sahiptir. Güneyde Mardin dağları ve kuzeyde kıvrımlı kuşak ile Bitlis Sütur Zonu arasında bulunan Diyarbakir Havzası, dört bir tarafından platforma ait Eosen-Miyosen yaşlı karbonatlar ile kuşatılmıştır. Bu karbonatların üzerinde özellikle çalışma alanının batı ve kuzey bölümlerinde geniş yüzeylemeler veren Alt Miyosen yaşlı flişler bulunmaktadır. Bu Platformun kuzey kesimlerinde Hazro, Lice ve Hani çevresindeki güneye devrik antiklinallerin aşınmış merkezi kısımlarında platforma ait Mesozoyik birimler yüzeyleme vermektedir (Çağdaş vd., 2009).

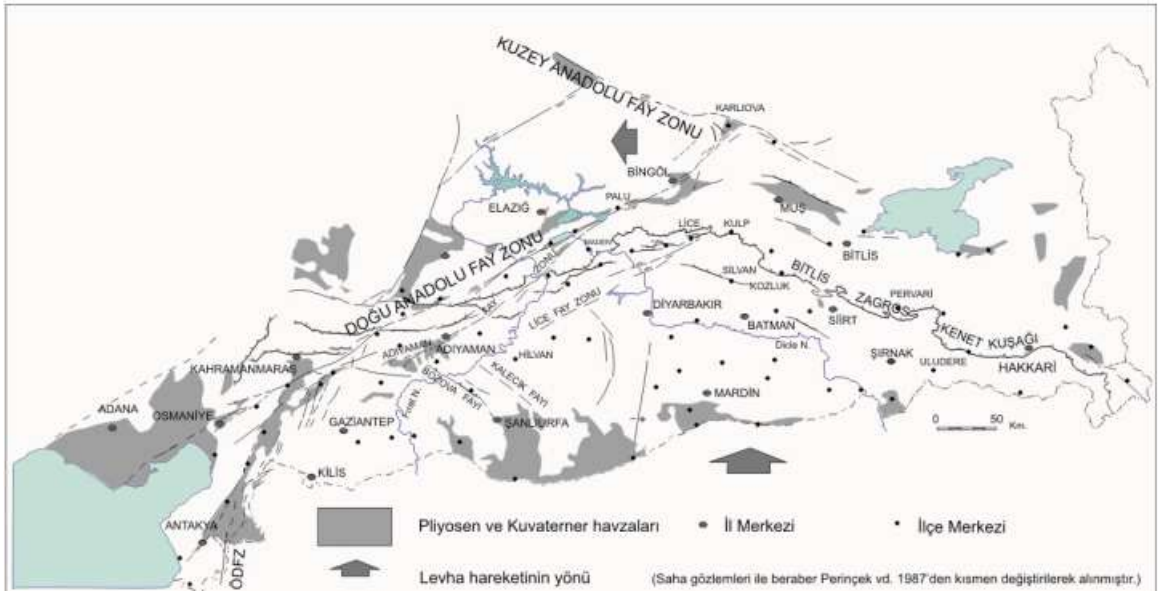
Diyarbakir ili ve çevresi, tektonik açıdan Arabistan Levhası üzerinde bulunmaktadır. Afrika Plakası ve 10 milyon senenin daha öncesinden beri Kızıldeniz boyunca açılan ıraksayan karakterdeki levha sınırı sebebiyle ondan ayrılan Arabistan Levhasının kuzeye doğru hareketi sonucu Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzeyini sınırlayan bir zon boyunca, Arabistan ve

Avrasya Plakaları çarpışmaktadır (Şekil 2.4). Bu çarpışma neticesinde kuzey-güney yönlü sıkışma sonucu Diyarbakır ili ve çevresinin bulunduğu bölgenin kuzeyinde doğu-batı eksenli kıvrımlar ve kuzeyden bindirmeli fayların etkisindeki Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı gelişirken, daha kuzeyde ise makaslama kırıkları şeklinde Kuzey Anadolu Fay Sistemi ve Doğu Anadolu Fay Sistemi oluşmuştur. Günümüzde hareketliliği süren bu aktif faylar boyunca son birkaç yüz yıl içinde magnitüdü 7'yi aşan ve büyük hasarlara neden olan birçok deprem meydana gelmiştir (İmamoğlu ve Çetin, 2007; İmamoğlu vd., 2019).



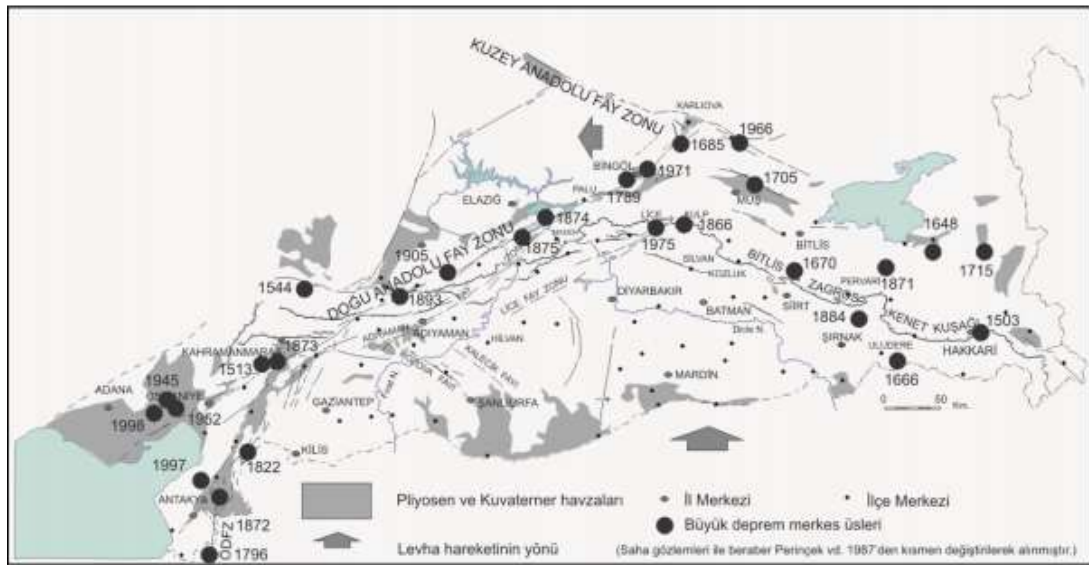
Şekil 2. 4. Anadolu' da meydana gelen levha hareketleri ( Sevimli, 2019)

Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı, deprem üretme potansiyelinin fazla olduğu bindirme özellikli fayların etkili olduğu, Türkiye'nin önemli tektonik yapılarından biridir. Diyarbakır ili ve çevresini etkileyen diğer bir deprem üreten sistem ise, yine plakaların kuzey-güney yönlü sıkışmaları sonucu, makaslama kırıkları biçiminde oluşan Kuzey Anadolu Fay Sistemi ve Doğu Anadolu Fay Sistemidir. Doğu Anadolu Fay Sistemi kuzeyde Bingöl-Karlıova'dan başlar, Bingöl, Palu, Gezin, Sivrice, Doğanyol, Pütürge, Çelikhan, Gölbaşı ve Türkoğlu'ndan geçerek güneybatıya doğru devam eder. Bu yerleşim yerlerinden başka Elazığ, Diyarbakır, Malatya, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Antakya il merkezleri de bu Sistem üzerinde oluşacak depremlerden önemli derece etkilenebilmektedirler. Diyarbakır ili ve çevresi, Doğu Anadolu Fay Sistemi'ne 77 km, Bitlis Zagros Kenet Kuşağına 45 km mesafededir. Ancak bu sisteme bağlı oluşan fay zonları ve tekil faylara Diyarbakır iline daha yakın bir konumda bulunmaktadır (Şekil 2.5) (İmamoğlu vd., 2019).



**Şekil 2. 5.** Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Diyarbakır ve yakın çevresinde bulunan aktif faylar (İmamoğlu ve Çetin, 2007)

Diyarbakır ili ve çevresinde meydana gelen depremlerden ise şöyledir. 14 Mart 1964 Palu (Elazığ)  $m_b=4.5$ , 6 Eylül 1975 Lice (Diyarbakır),  $M_s=6.6$ , 20 Ocak 1981 Gerger (Adıyaman)  $m_b=5.0$ , 5 Mayıs ve 6 Haziran 1986 Doğanşehir (Malatya)  $M_w=6.0$  ve  $M_w=5.8$ , Mayıs 1992 Palu (Elazığ)  $M_w=5.1$ , 9 Mayıs 1998 Pötürge (Malatya)  $M_w=5.1$ , 26 Şubat 2004 Çelikhan (Malatya)  $m_b=4.7$ , 17 Eylül 2010 Gerger (Adıyaman)  $m_b=4.7$  ve 5 Ağustos 2012 Beytüşşebap (Şırnak)  $M_l=5.3$  depremleri (AFAD). Bölgede oluşan depremlerin tarihleri Şekil 2.6'da daha detaylı olarak sunulmuştur.



**Şekil 2. 6.** Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın yöresinde meydana gelen tarihsel depremler

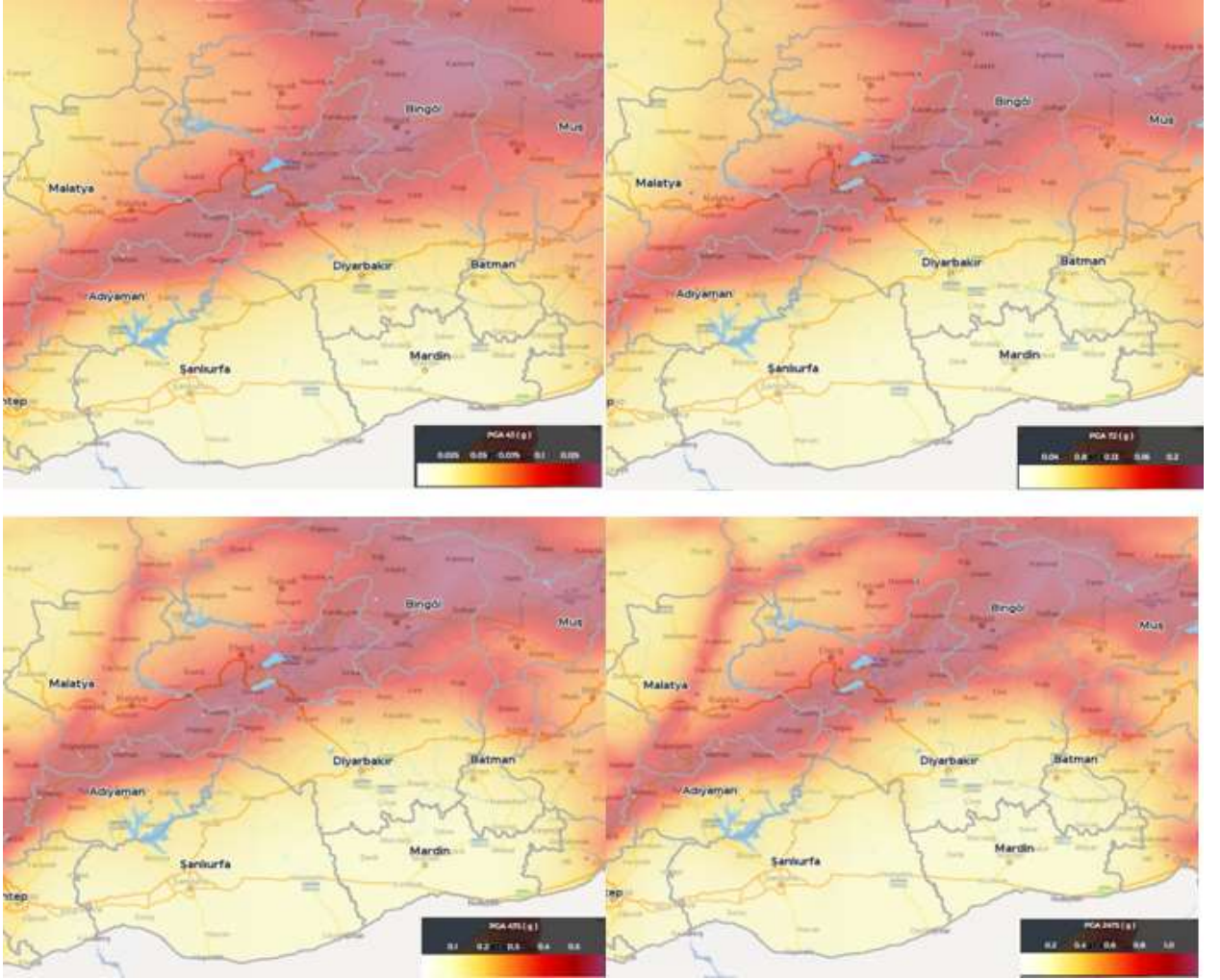
Son yüzyıl içinde Diyarbakır'da kayıtlara geçen en büyük deprem Lice depremidir. Lice depremi 06.09.1975 yılında meydana gelmiştir. Bu deprem Richter ölçeğine göre 6.6 magnitüd değerindedir. Deprem afeti sonucu 2385 insan hayatını kaybetmiştir. Diyarbakır merkezinde depreme neden olabilecek aktif bir fay bulunmamaktadır. Sahaya en yakın fay Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı olup yaklaşık 50-60 km kuzeyde yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağında Lice depreminden bu yana büyük bir depremin olmaması büyük bir enerji birikmiş olabileceğini gösterir. Buda bölgede deprem yönünden riskin fazla olduğunu göstermektedir (Rapor 1, 2017) (Rapor 1, 2017). Ayrıca bölgede gerçekleşen bir diğer büyük deprem ise çok yakın zamanda 24 Ocak 2020 tarihinde yerel saat ile 20.55'te Elazığ'ın Sivrice ilçesinde büyüklüğü 6.8, derinliği 8.05 km. olan Elazığ depremidir. Depremin ardından 4 ve üzeri büyüklükte 24 olmak üzere toplam 2.795 artçı sarsıntı olmuştur. 45 kişinin enkazdan sağ kurtulduğu bu depremde 41 kişi hayatını kaybetmiştir (AFAD, 2020).

Bir önceki Deprem Yönetmeliğinde deprem bölgeleri kavramı yerine güncel yönetmelikle birlikte Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kullanılmaya başlanmıştır. Bu güncel harita Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 7. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2020)

Güncel olarak kullanılan bu haritalar için AFAD tarafından hazırlanan İnteraktif Web Uygulaması ile istenilen herhangi bir noktaya ait depremsellik parametreleri ve deprem tehlikelerini verebilmektedir. Bu bağlamda, Diyarbakır ili için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kullanılarak farklı yer hareketleri için elde edilen en büyük ivme değerlerinin gösterildiği haritalar Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 8. Diyarbakır ili için farklı yer hareketleri için elde edilen tehlike haritaları

## 2.2. Çalışmada Dikkate Alınan Olumsuzluk Parametreleri

Yapıların, deprem yükleri altında davranışlarını olumsuz olarak etkileyecek birçok parametre bulunmaktadır. Bu parametreler yapılar için hızlı değerlendirme yöntemlerinde de kendine yer bulmuştur. Yapıların savunma mekanizmasını zayıflatacak bu parametreler, oluşabilecek hasarın miktarını arttıracaktır. Bu parametreler zorunluluk arz ediyorsa gerekli önlemler alınarak yapının savunma mekanizması güçlendirilmelidir. Yumuşak/zayıf kat, kısa

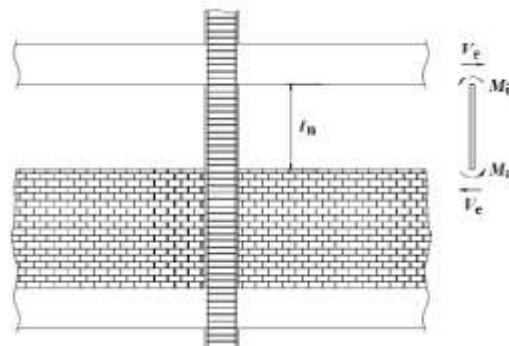
kolon, tepe-yamaç etkisi, yerel zemin koşulları, bölgenin depremselliği, ağır çıkma, planda düzensizlik, düşeyde süreksizlik, kat adedi ve taşıyıcı sistem türü bu olumsuzluk parametrelerinden bazılarıdır (Yakut 2004; Işık, 2013; Hadzima-Nyarko ve Sipos, 2017; Arslan vd., 2008; Sucuoğlu vd., 2007). Bu tez çalışmasında kısa kolon, yumuşak kat, kat adedi, planda düzensizlik olumsuzlukları Diyarbakır ilindeki tüm ilçeler için yapısal analizler gerçekleştirilerek dikkate alınmıştır. Bu parametreler ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

### 2.2.1. Kısa Kolon

Yapılarda dış cephede duvar örüldüğü zaman duvar tabliyeye kadar devam etmediği zaman deprem sırasında kolonların duvarın örülmediği kısımlarda kısa kolon etkileri oluşturmaktadır. Özellikle sanayi amacıyla yapılan binalarda ışıktan faydalanmak için bant pencereler yapılmakta ve bunun için de dış duvarlarda boşluklar bırakılmaktadır (Çağatay, 2007).

Tasarlanırken dikkat edilmeyen ve imalatı sırasında etkili boyu kısaltılan kolonların rijitliği yüksek derecede artmaktadır ve bu sebeple rijitliği artan kolonlar büyük kesme kuvvetlerinin etkisi altına girmektedir. Etkili boyları azaltılmış ve rijitlikleri artmış bu kolonlar kısa kolon davranışı sergilemektedir (Demir, 2013). Şekil 2.9'da serbest yüksekliği kısaltılmış bir kolon gösterilmiştir. Bu kolonda toplam moment sabitleninceye kadar kolonun alacağı kesme kuvvetinin kolonun net uzunluğu ile ters orantılı bir ilişkiye sahip olduğu Denklem 2.1'de görülmektedir. Bu nedenle kolonun net boyu azaldıkça kesme kuvveti artacaktır (Meral,2019). 1999 Gölçük depreminden sonra Adapazarı ilinde meydana gelen kısa kolon oluşumu Şekil 2.10'da gösterilmiştir.

$$V_e = (M_a + M_{\bar{u}})/l_n \quad (2.1)$$



Şekil 2. 9. Kolon net yüksekliğinin kısaltılması (Meral, 2019)



**Şekil 2. 10.** 1999 Gölcük depremi sonrası kısa kolon hasarı (Çağatay,2007)

Kısa kolon oluşum sebeplerinden biri de tepe-yamaç etkisinin görüldüğü eğimli arazilerde inşa edilen yapılarda yapıda yer alan en alt kattaki kolon boylarının arazi eğimi nedeni ile boylarının hem kendi içerisinde hem de diğer katlara oranla farklı olmasıdır (Işık vd., 2020). Eğimli araziden dolayı oluşturulan kısa kolon Şekil 2.11(a)'da gösterilmiştir. Kısa kolon oluşumuna neden olan diğer bir etken ise yapılarda bulunan asma katın varlığıdır. Yapılarda asma kat uygulaması ile bu uygulamanın yapıldığı katlarda kolon boyları farklılaşmakta ve bağlantılı olan kolonlarda etkili kolon boyları azalarak kısa kolon oluşumlarına neden olmaktadır. Asma kattan dolayı kısa kolon oluşumu Şekil 2.11(b)'de gösterilmiştir. Kısa kolon oluşumuna neden olan bir diğer uygulama ise merdiven ara sahanlığının kolona bağlanması aynı şekilde kolonun etkili boyunu azaltmakta ve kısa kolon davranışına sebep vermektedir. Bu durumda deprem yükleri altında yapının büyük hasarlar almasına neden olmaktadır (Demir,2013). Bu duruma ait kısa kolon oluşumu Şekil 2.11 (c)'de verilmiştir.





**Şekil 2. 13.** Parapet duvarlar nedeni ile oluşan kısa kolon hasarı (Demir, 2013)

### **2.2.2. Yumuşak Kat**

Yumuşak kat düzensizlik türü deprem sonrasında yapılarda gözlenen hasarların önemli sebepleri arasında yer almaktadır. Bu tür olumsuzluk parametresinden kaynaklanan hasarların olduğu yapılarda, ağır hasarlar, kısmen ve toptan göçmeler gözlemlenmektedir (Işık ve Özdemir, 2017). Giriş katları dükkan ve ticari işletme olarak kullanılan binaların bu katlarında geniş alanlar elde etmek adına genel olarak bölme duvarlar kullanılmamaktadır. Sonraki katlarda ise yapının kullanım amacı değişmekte ve bölme duvarlar kullanılmaya başlanmaktadır. Dolayısı ile üstte konutların olduğu katlarda ise bölme duvarlar bulunduğu için bu katlar daha rijit davranmakta ve tüm enerji tüketimi zemin katta yoğunlaşmaktadır. Yumuşak katın deplasmanı tüm bina deplasmanına eşit hale gelmekte ve bu kat üstünde artan bu aşırı deplasman ötelenme nedeni ile bu katın kolonlarına beklenmedik şekil hasar verebilmektedir (Ertürkmen ve Çağatay 2016; Işık ve Özdemir, 2017; İnel vd., 2013). Şekil 2.14’te, 2011 Van depremi sonrası Erçiş ilçesinde gözlemlenen yumuşak kat hasarı örneği gösterilmiştir.



**Şekil 2. 14.** 2011 Van depreminde oluşan yumuşak kat hasarı (İnel vd., 2013)

Mevcut betonarme yapılar için yapılan analizler ve tasarımlarda genellikle taşıyıcı eleman olarak kolon, kiriş ve döşemeler kabul edilmektedir. Oysa dolgu duvarlar yapısal olmayan elemanlar olarak değerlendirilmesine rağmen deprem anında çerçeve sistemle beraber hareket etmekte depremin ilk anında büyük oranda depreme karşı koyup çatlayarak enerjinin bir kısmını sönmülemektedir. Ayrıca dolgu duvarlar deprem davranışını önemli seviyede etkilemektedir ve rijitlik, periyot, süneklik ve yük taşıma kapasitesi gibi taşıyıcı sistem davranış özelliklerine de önemli derecede etki etmektedir. Bu sebeple bina sisteminden dolgu duvarların kaldırılması yumuşak kat oluşumuna sebebiyet verecektir (Başlı ve Çağatay, 2011).

Yumuşak kat; birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{ki}$ 'nin 2.0'den fazla olması durumu şeklinde tanımlanmaktadır (TBDY-2018). Ülkemizde birçok yapının özellikle zemin katlarında yumuşak kat yanlışı yapılmaktadır. Bu şekilde yapılmış binaların deprem hasarları incelendiğinde genellikle binanın üst katlarının alt kattaki yumuşak kat üzerine çöktüğü görülmüştür. Bu hasar tipi sonucu bina kullanılamaz hale gelip tamamen yıkılıp tekrar inşa edilmesi gerekecektir (Ertürkmen ve Çağatay, 2016). Yumuşak kat hasar ve etkilerine ait görseller Şekil 2.15'te gösterilmiştir.



Şekil 2. 15. Yumuşak kat etkileri (Ertürkmen ve Çağatay, 2016)

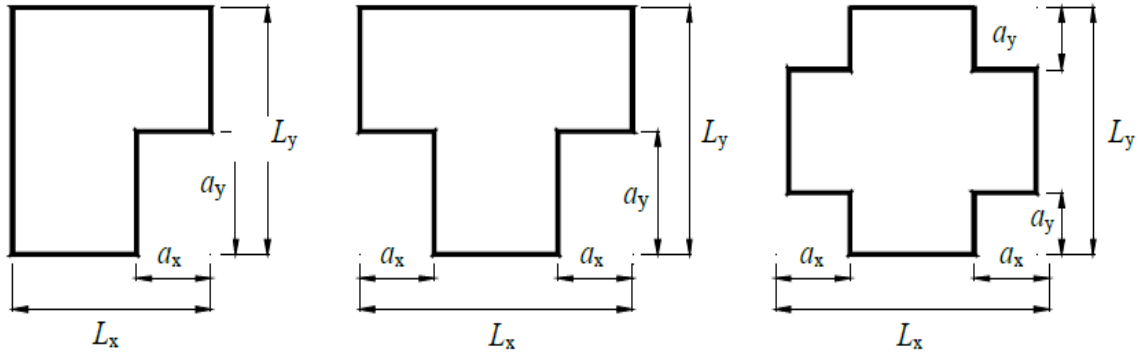
### 2.2.3. Planda Düzensizlik

Planda düzensizlik durumu TBDY-2018'e göre üç şekilde açıklanmıştır. Bunlardan ilki A1-burulma düzensizliğidir ve bu düzensizlik durumunun tanımı birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{bi}$ 'nin 1.2'den büyük olması durumu şeklindedir. TBDY-2018'de bu katsayı aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

$$[\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2] \quad (2.2)$$

Burulma düzensizliği, yapının geometrisine ve plandaki rijitlik dağılımına bağı olarak ortaya çıkmaktadır. Perde elemanları sadece düşey yükleri değil aynı zamanda perde düzlemi içine etkileyen yatay yükleri taşımak için de tasarlanırlar. Bundan dolayı perde yerleşimleri tasarlanırken; perdeler olabildiğince simetrik yerleştirilmeli, gerekli perde boyutu ve miktarı aşılmasına dikkat edilmelidir. Burulma düzensizliklerinin azaltılması için yapılması gerekenler perdelerin konumu kütle merkezinden uzaklaştırılmalı ve perdeler simetrik olmalıdır (Başlı ve Çağatay, 2011).

Bu tez çalışması kapsamında dikkate alınacak olan planda düzensizlik türü ise A-3 planda çıkıntılar bulunması durumudur. Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 2.16) (TBDY, 2018).



Şekil 2. 16. A3 türü düzensizlik durumu (TBDY, 2018)

#### 2.2.4. Kat Adedi

Bu tez çalışması kapsamında incelenen değişkenlerden biri de yapıda bulunan toplam kat sayısıdır. Ülkemizde inşa edilen binaların pek çoğu deprem tasarımına uygun şekilde yapılmadığından kat adedi arttıkça hasar oranı da artış göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda betonarme binalarda kat adedi ile yapı hasarı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Binalarda kat adedinin artması ile birlikte kütlenin ve kütle etki kolonunun artması deprem kuvvetlerini de arttırmıştır ve bu artış dikkate alınmayıp yeterli derecede dayanım sağlanmamışsa bina normal olarak deprem anında hasar görecektir (Işık ve Öztürk, 2017; Özdemir vd., 2016).

Kat adedi yapı hasarlarına sebep olan olumsuzluk parametreleri içinde önemli bir yere sahiptir. Betonarme bir bina tasarlandığı zaman kat adedi rastgele seçilmemelidir. Seçilecek olan kat adetleri için hesaplamalar dikkatle özenli bir şekilde yapılmalıdır. Kat adedi fazla olan yapılar kat adedi az olan yapılara oranlara taban kesme kuvvetine daha az karşı koyabilmektedir. Ayrıca kat adedi ile artacak olan bina yüksekliği sebebi ile de daha fazla deplasman yapacaklardır (Özdemir vd., 2016).

#### 2.3. Çalışmada Kullanılan Analiz Türleri

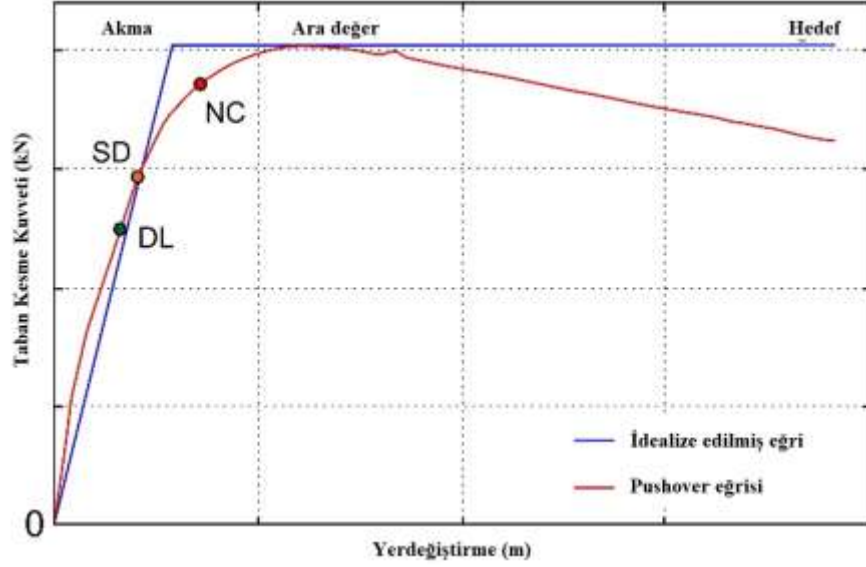
Bu tez çalışması kapsamında kullanılan yazılım programında yer alan iki farklı analiz türü kullanılmıştır. Özdeğer (eigenvalue) ve adaptif statik itme analizleri çalışmada dikkate alınan tüm yapı modellerinde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

### **2.3.1 Özdeğer (Eigenvalue Analizi)**

Çalışma kapsamında kullanılan ilk analiz türü özdeğer analizidir. Deprem etkisindeki yapıların rastgele titreşim hareket yaptıkları bilinmektedir. Bu hareket harmonik modların birleşimi olarak ifade edilmektedir. Özdeğer analizi ili bu modların analizi gerçekleştirilmektedir. Bu analiz yardımı ile her bir bina için doğal frekans ve mod şekilleri temin edilebilmektedir. Saf elastik analiz olarak bilinen bu analiz türünde etkili modal kütleler, katılım modal faktörleri ve bunlara ait yüzde oranlarının yanı sıra frekans ve periyot değerleri de elde edilmektedir (Antoniou and Pinho, 2003; Ordu ve Özkan, 2006; Kutanis vd., 2017; Aksoylu ve Arslan, 2019).

### **2.3.2. Adaptif Statik İtme Analizi**

Bu tez çalışması kapsamında dikkate alınan her bir bina modeli için adaptif statik itme analizleri ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu analiz türünde herhangi bir yapının sismik kapasitesini belirlemek adına itme analizi uygulanmaktadır. Bu sırada, ikincisinin deformasyonunun ve giriş hareketinin frekans içeriğinin dinamik tepki özellikleri üzerindeki etkisini tam olarak hesaba katarak kullanılmıştır. İtme analizi sırasında her adımda özdeğer analizlerinden elde edilen mod şekilleri ve katılım faktörleri dikkate alınarak analizler yapılmıştır. Bu yöntem, özellikle yerel zemin koşullarının hesaba katıldığı yerlerde, sahaya özgü spektrumların kullanımına izin verir. Burada kullanılan yük kontrol türleri geleneksel itme analizine benzemektedir (Ferracuti vd., 2009; Pinho vd., 2007; Antoniou ve Pinho 2004; Salimbahrami ve Gholhaki, 2019). Tipik bir statik itme eğrisi ve hesaplanan yerdeğiştirme değerleri Şekil 2.17’de gösterilmiştir.



**Şekil 2.17.** Tipik statik itme eğrisi ve hesaplanan yer değiştirmeler

Performansa dayalı deprem mühendisliğinde yapısal elemanların belirli performans sınırlarına ulaşıldığında hasar tahmini için hedef deplasmanların belirlenmesi önemlidir. Yapısal analizde, dünya çapında kullanılan hasar tahmini için Eurocode-8'de (Bölüm 3) (Eurocode, 2005; Pinto ve Franchin, 2011) verilen limit durumlar dikkate alınmıştır. Şekil 2.17'de gösterildiği gibi göçme öncesi (NC), önemli hasar (SD) ve sınırlı hasar (DL) olarak üç farklı hedef yerdeğiştirme değeri her bir yerleşim birimi için ayrı ayrı elde edilmiştir. DL, yalnızca hafif hasar görmüş, yapısal olmayan bileşenlerde hasar; SD, önemli ölçüde hasar görmüş, bir miktar artık mukavemet ve sertlik, yapısal olmayan bileşenler hasar görmüş, onarımı ekonomik değil; NC ise ağır hasarlı, çok düşük artık mukavemet ve sertlik, büyük kalıcı kayma ancak hala ayakta olarak ifade edilmektedir (Eurocode, 2005; Pinto and Franchin, 2011).

### 2.3.3. Deprem Parametreleri

Bu tez çalışması kapsamında Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Deprem Uygulaması yardımı ile Diyarbakır ilinde yer alan tüm ilçelerden seçilen birer coğrafik konum dikkate alınarak deprem parametreleri ayrı ayrı elde edilmiştir. Dikkate alınan yer hareket düzeyleri Çizelge 2.1'de ve yerel zemin sınıfları ise Çizelge 2.2'de gösterilmiştir. Farklı yer hareket düzeyleri ve farklı yerel zemin koşulları dikkate alınarak elde edilecek deprem parametreleri Çizelge 2.3'te belirtilmiştir.

**Çizelge 2. 3.** Çalışma kapsamında elde edilen parametrelerin tanımları.

Simge	Tanımı
$F_1$	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
$S_{ac}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{acD}(T)$	Düşey elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{de}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral yer değıştirmesi [m]
$S_{DS}$	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$S_{D1}$	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$S_s$	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$S_1$	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$T_A$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_{AD}$	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_B$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_{BD}$	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
$T_L$	Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğıştirme bölgesine geçiş periyodu [s]
$T_{LD}$	Düşey elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğıştirme bölgesine geçiş periyodu[s]

Çizelge 2.3'te belirtilen deprem parametreleri İnteraktif Web Deprem Uygulaması yardımı ile elde edilmekte olup, uygulama oldukça pratik ve kolay kullanıma sahiptir. Uygulamaya ait örnek seçim ekranı Şekil 2.18'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.18.** İnteraktif Web Deprem Uygulaması için örnek seçim ekranı

Uygulama yardımı ile kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ) ve 1s periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ) herhangi bir coğrafi konum için yerel zemin koşulu ve aşılma olasılığı dikkate alınarak elde edilmektedir. Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem

etkilerinin geometrik ortalamasına karşı gelen harita spektral ivme katsayıları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulu [ (VS)30 =760 m/s] esas alınarak %5 sönüm oranı için harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile boyutsuz katsayılar olarak tanımlanmıştır. Elde edilen harita spektral ivme katsayıları ( $S_S, S_1$ ), yerel zemin katsayıları ( $F_S, F_1$ ) kullanılarak aşağıdaki denklemler ile tasarım spektral ivme katsayıları  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$ 'e dönüştürülür:

$$S_{DS} = S_S \cdot F_S$$

$$S_{D1} = S_1 \cdot F_1$$

Yerel zemin etki katsayıları  $F_S$  ve  $F_1$  ise aşağıda belirtilen Çizelge 2.4. ve Çizelge 2.5. ile bulunmaktadır.

**Çizelge 2. 4.** Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı $F_S$					
	$S_S < 0,25$	$S_S = 0,50$	$S_S = 0,75$	$S_S = 1,00$	$S_S = 1,25$	$S_S > 1,50$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
ZC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
ZD	1,6	1,4	1,2	1,1	1	1
ZE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

**Çizelge 2. 5.** 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1 saniye periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı $F_1$					
	$S_1 < 0,10$	$S_1 = 0,20$	$S_1 = 0,30$	$S_1 = 0,40$	$S_1 = 0,50$	$S_1 > 0,60$
ZA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ZC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
ZD	2,4	2,2	2	1,9	1,8	1,7
ZE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Bu uygulama yardım ile herhangi bir coğrafik konuma ait yatay elastik tasarım spektrumu elde edilebilmektedir. Göz önüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için

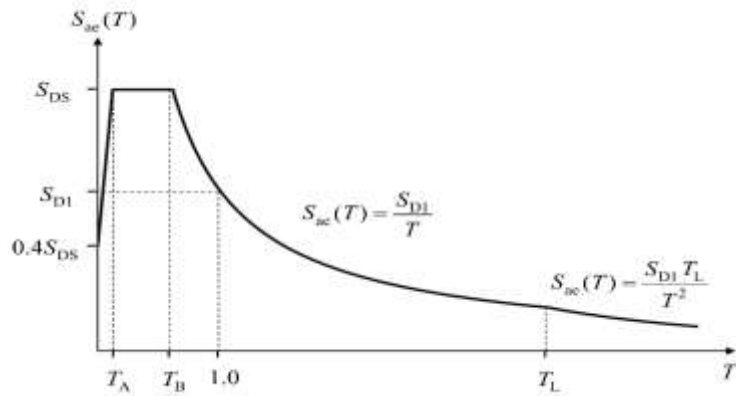
yatay elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan yatay elastik tasarım spektral ivmeleri  $S_{ae}(T)$  , doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi [g] cinsinden aşağıdaki Denklem 2.1. tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned}
 S_{ae}(T) &= \left\{ 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A} \right\} S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\
 S_{ae}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\
 S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\
 S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T) \quad (2.1)
 \end{aligned}$$

Burada  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  tasarım spektral ivme katsayılarını,  $T$  ise doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları  $T_A$  ve  $T_B$  aşağıdaki Denklem 2.2. ile  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  'e bağlı olarak tanımlanır:

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad ; \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.2)$$

Sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu  $T_L = 6$  s alınmaktadır. Denklem 1.1'de verilen değerler yardımı ile örnek olarak elde edilen yatay elastik tasarım spektrumu Şekil 2.19'da gösterilmiştir.

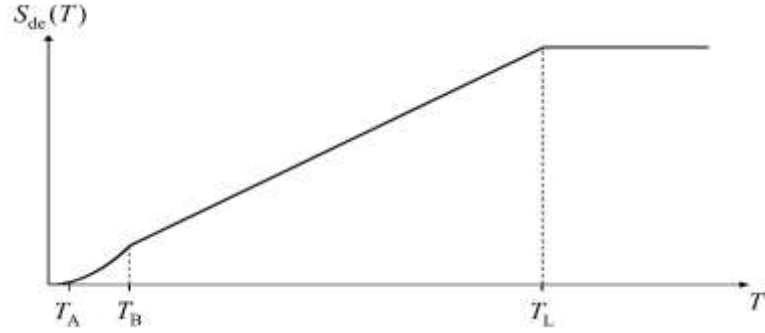


**Şekil 2. 19.** Yatay elastik tasarım spektrumu

Göz önüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay elastik tasarım yerdeğiştirme spektrumunun ordinatları olan yatay elastik tasarım spektral yer değiştirmeleri  $S_{de}$ ,

doğal titreşim periyoduna (T) bağlı olarak metre [m] cinsinden Denklem 2.3 ile tanımlanır. Bu iki değerin karşılık etkileşim diyagramı Şekil 2.20’de verilmiştir.

$$S_{de} = \frac{T^2}{4\pi^2} g S_{ae}(T) \quad (2.3)$$



Şekil 2. 20. Sde - (T) grafiği

Güncel deprem yönetmeliği ile ilk kez depremin düşey etkisi düşey elastik tasarım spektrumu ile dikkate alınmıştır. Herhangi bir lokasyon için düşey elastik tasarım spektrumu yer hareket düzeyi ve yerel zemin sınıfına bağlı olarak İnteraktif Web Deprem Uygulaması kullanılarak elde edilmektedir. Göz önüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için düşey elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan düşey elastik tasarım spektral ivmeleri  $S_{aeD}(T)$  , yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi [g] cinsinden Denklem 2.4 ile aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır;

$$S_{aeD}(T) = \left\{ 0.32 + 0.48 \frac{T}{T_{AD}} \right\} S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD})$$

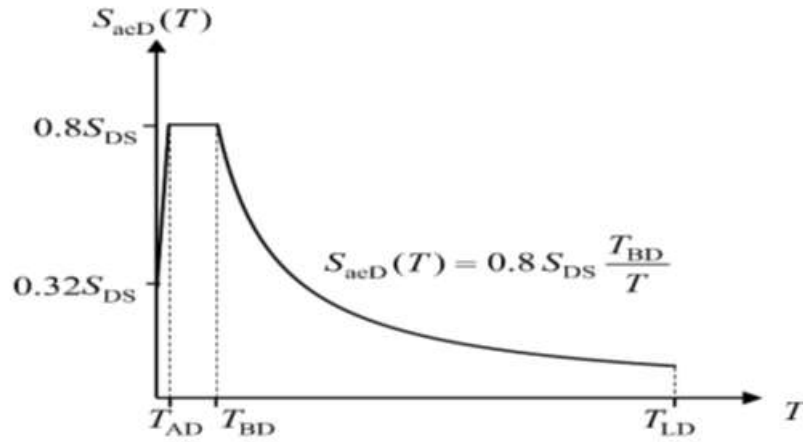
$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD}) \quad (2.4)$$

Denklem 2.4’te verilen düşey elastik tasarım spektrumu köşe periyotları  $T_{AD}$  ve  $T_{BD}$  ile  $T_{LD}$  periyot değerleri Denklem 2.5 yardımı ile aşağıdaki şekilde edilmektedir;

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3} \quad ; \quad T_{BD} = \frac{T_B}{3} \quad ; \quad T_{LD} = \frac{T_L}{3} \quad (2.5)$$

Bu denklemlerde verilen deęerler kullanılarak elde edilecek örnek dūşey elastik tasarım spektrumu Őekil 2.21’de gōsterilmiřtir.



Şekil 2. 21. Dūşey elastik tasarım spektrumu

#### 2.4. Örnek Olarak Seçilen Betonarme Yapı

Bu tez çalışması kapsamında beş katlı betonarme bir bina örnek olarak seçilmiştir. Yapı simetrik olarak seçildiğinden yapısal analizler sadece X doğrultusunda Seismostruct yazılımı ile (Seismosoft, 2020) gerçekleştirilmiştir. Seçilen referans binada herhangi bir düzensizlik bulunmaktadır. Örnek olarak seçilen betonarme yapıda yapı önem sınıfı olarak II. sınıf ve sönüm oranı olarak %5 değeri dikkate alınmıştır. Oluşturulan referans bina modeli, bu tez çalışması kapsamında dikkate alınan olumsuzluk parametreleri dikkate alınarak yeni yapısal modeller ayrıca oluşturulmuştur. Örnek olarak seçilen BA yapı modelinde malzeme olarak C25-S420 seçimi yapılmıştır. Hem kolon hem de kirişlerde enine donatı olarak  $\phi 10/10$  seçilmiştir. Kolonlarda boyuna donatı olarak köşelerde  $4\phi 20$ , diğer boyuna donatılar ise  $8\phi 16$  olarak seçilmiştir. Kirişlerde ise alt ve üst bölgede  $4 \phi 14$  ve gövde donatısı olarak de  $2\phi 12$  seçimi yapılmıştır. Dikkate alınan betonarme yapıya ait kat kalıp planı Şekil 2.22’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan betonarme yapı için yazılım programından elde edilen iki ve üç boyutlu yapı modelleri ve uygulanan yüklerin gösterimi Şekil 2.23’te verilmiştir. Yükler için üniform dağılım seçeneği kullanılmıştır. Tüm yapısal modeller oluşturulurken kolon ve kirişler için kuvvete dayalı plastik mafsallı çerçeve elemanları (infrmFBPH) kullanılmıştır. Bu elemanlar yayılı inelastisiteyi kuvvete dayalı olarak modeller ve yalnızca plastisiteyi sonlu bir uzunlukla sınırlandırır. Kesitte bulunan ideal fiber (lif) sayısı kesitteki gerilme- birim Şekil değiştirme



### 3. BULGULAR

Çalışma kapsamında Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılarak Diyarbakır ili ve on üç ilçesi olmak üzere toplam 14 merkez için deprem parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen tasarım spektrumları kullanılarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında öncelikle Diyarbakır ili için elde edilen deprem parametrelerinin il içindeki değişim sonuçları belirtilmiştir. Sonraki bölümde ise yapısal analiz sonuçları belirtilmiştir.

#### 3.1. Deprem Parametrelerinin Karşılaştırılması

Diyarbakır iline ait tüm ilçelerden rastgele seçilen birer coğrafik konum için dört farklı deprem yer hareket düzeyi ve beş farklı yerel zemin sınıfı kullanılarak, kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ), en büyük yer ivmesi ( $P_{GA}$ ), en büyük yer hızı ( $P_{GV}$ ), yerel zemin etki katsayıları ( $F_s$  ve  $F_1$ ), tasarım spektral ivme katsayıları (Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{DS}$ ) ile 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{D1}$ ) ve yatay ile düşey elastik spektrum değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılarak Diyarbakır iline ait ilçeler için dikkate alınan konumların her biri için farklı deprem yer hareket düzeyleri için en büyük yer ivmesi ( $P_{GA}$ ), en büyük yer hızı ( $P_{GV}$ ) değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Farklı aşılma olasılıkları için kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ), değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

##### 3.1.1. DD1 Yer Hareket Düzeyi

Diyarbakır ilinde yer alan ve bu çalışma kapsamında dikkate alınan tüm merkezler için DD-1 yer hareket düzeyi ve farklı yerel zemin sınıfları için elde edilen deprem parametreleri ayrı ayrı çizelgelerde gösterilmiştir. DD-1/ZA için elde edilen deprem parametreleri Çizelge 3.3'te; DD-1/ZB için Çizelge 3.4'te; DD-1/ZC için Çizelge 3.5'te; DD-1/ZD için Çizelge 3.6'da ve DD-1/ZE için Çizelge 3.7'de ayrı ayrı gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 1.** Diyarbakır için farklı aşılma olasılıkları için elde edilen PGA ve PGV değerleri

İlçe	Pik yer ivmesi (g)-PGA				Pik yer hızı (cm/s)-PGV			
	50 yılda aşılma olasılığı				50 yılda aşılma olasılığı			
	2%	10%	50%	68%	2%	10%	50%	68%
D.bakır	0.248	0.138	0.060	0.043	17.635	10.316	4.489	3.233
Bismil	0.228	0.123	0.053	0.039	15.994	9.341	4.146	3.009
Çermik	0.536	0.289	0.116	0.083	32.915	17.593	6.878	4.759
Çınar	0.201	0.108	0.047	0.035	14.947	8.676	3.853	2.792
Çüngüş	0.805	0.433	0.171	0.119	49.844	25.802	9.297	6.139
Dicle	0.601	0.336	0.144	0.106	36.825	20.175	8.295	5.883
Eğil	0.471	0.263	0.114	0.083	28.626	16.036	6.932	5.047
Ergani	0.575	0.321	0.137	0.100	35.476	19.371	7.946	5.620
Hani	0.608	0.339	0.142	0.104	36.321	19.825	8.197	5.860
Hazro	0.385	0.217	0.092	0.067	23.554	13.585	6.009	4.369
Kocaköy	0.480	0.266	0.113	0.083	27.572	15.579	6.834	5.006
Kulp	0.769	0.388	0.140	0.100	44.077	22.255	8.175	5.730
Lice	0.688	0.366	0.146	0.106	40.754	21.327	8.312	5.882
Silvan	0.334	0.186	0.077	0.055	20.823	12.002	5.361	3.888

**Çizelge 3. 2.** Farklı aşılma olasılıkları için elde edilen SS ve S1 değerleri

İlçe	Kısa periyot ivme katsayısı (S <sub>s</sub> )				1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S <sub>1</sub> )			
	50 yılda aşılma olasılığı				50 yılda aşılma olasılığı			
	2%	10%	50%	68%	2%	10%	50%	68%
D.bakır	0.573	0.310	0.133	0.098	0.222	0.130	0.057	0.040
Bismil	0.522	0.275	0.116	0.084	0.204	0.120	0.053	0.038
Çermik	1.310	0.678	0.265	0.189	0.365	0.198	0.077	0.053
Çınar	0.456	0.240	0.103	0.076	0.190	0.112	0.049	0.035
Çüngüş	2.001	1.037	0.393	0.276	0.535	0.273	0.097	0.063
Dicle	1.483	0.800	0.332	0.243	0.415	0.226	0.092	0.063
Eğil	1.138	0.613	0.259	0.191	0.333	0.188	0.080	0.056
Ergani	1.410	0.760	0.316	0.230	0.399	0.218	0.087	0.060
Hani	1.506	0.802	0.327	0.240	0.404	0.223	0.091	0.063
Hazro	0.919	0.501	0.212	0.155	0.285	0.165	0.073	0.052
Kocaköy	1.160	0.619	0.257	0.189	0.320	0.182	0.079	0.056
Kulp	1.912	0.920	0.321	0.228	0.463	0.239	0.091	0.063
Lice	1.706	0.869	0.332	0.240	0.438	0.233	0.093	0.064
Silvan	0.793	0.427	0.173	0.125	0.254	0.149	0.065	0.046

**Çizelge 3. 3.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 / ZA)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.800	0.800	0.458	0.178	0.077	0.387	0.026	0.129
Bismil	0.800	0.800	0.418	0.163	0.078	0.391	0.026	0.130
Çermik	0.800	0.800	1.048	0.292	0.056	0.279	0.019	0.093
Çınar	0.800	0.800	0.365	0.152	0.083	0.417	0.028	0.139
Çüngüş	0.800	0.800	1.601	0.428	0.053	0.267	0.018	0.089
Dicle	0.800	0.800	1.186	0.332	0.056	0.280	0.019	0.093
Eğil	0.800	0.800	0.910	0.266	0.059	0.293	0.020	0.098
Ergani	0.800	0.800	1.128	0.319	0.057	0.283	0.019	0.094
Hani	0.800	0.800	1.205	0.323	0.054	0.268	0.018	0.089
Hazro	0.800	0.800	0.735	0.228	0.062	0.310	0.021	0.103
Kocaköy	0.800	0.800	0.928	0.256	0.055	0.276	0.018	0.092
Kulp	0.800	0.800	1.530	0.370	0.048	0.242	0.016	0.081
Lice	0.800	0.800	1.365	0.350	0.051	0.257	0.017	0.086
Silvan	0.800	0.800	0.634	0.203	0.064	0.320	0.021	0.107

**Çizelge 3. 4.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 / ZB)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.900	0.800	0.516	0.178	0.069	0.344	0.023	0.115
Bismil	0.900	0.800	0.470	0.163	0.069	0.347	0.023	0.116
Çermik	0.900	0.800	1.179	0.292	0.050	0.248	0.017	0.083
Çınar	0.900	0.800	0.410	0.152	0.074	0.370	0.025	0.123
Çüngüş	0.900	0.800	1.801	0.428	0.048	0.238	0.016	0.079
Dicle	0.900	0.800	1.335	0.332	0.050	0.249	0.017	0.083
Eğil	0.900	0.800	1.024	0.266	0.052	0.260	0.017	0.087
Ergani	0.900	0.800	1.269	0.319	0.050	0.252	0.017	0.084
Hani	0.900	0.800	1.355	0.323	0.048	0.238	0.016	0.079
Hazro	0.900	0.800	0.827	0.228	0.055	0.276	0.018	0.092
Kocaköy	0.900	0.800	1.044	0.256	0.049	0.245	0.016	0.082
Kulp	0.900	0.800	1.721	0.370	0.043	0.215	0.014	0.072
Lice	0.900	0.800	1.535	0.350	0.046	0.228	0.015	0.076
Silvan	0.900	0.800	0.714	0.203	0.057	0.285	0.019	0.095

**Çizelge 3. 5.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 / ZC)

<b>İlçe</b>	<b>F<sub>s</sub></b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>ds</sub></b>	<b>S<sub>d1</sub></b>	<b>T<sub>A</sub></b>	<b>T<sub>B</sub></b>	<b>T<sub>AD</sub></b>	<b>T<sub>BD</sub></b>
D.bakır	1.271	1.500	0.728	0.333	0.091	0.457	0.030	0.152
Bismil	1.291	1.500	0.674	0.306	0.091	0.454	0.030	0.151
Çermik	1.200	1.500	1.572	0.548	0.070	0.348	0.023	0.116
Çınar	1.300	1.500	0.593	0.285	0.096	0.481	0.032	0.160
Çüngüş	1.200	1.465	2.401	0.784	0.065	0.326	0.022	0.109
Dicle	1.200	1.500	1.780	0.623	0.070	0.350	0.023	0.117
Eğil	1.200	1.500	1.366	0.500	0.073	0.366	0.024	0.122
Ergani	1.200	1.500	1.692	0.599	0.071	0.354	0.024	0.118
Hani	1.200	1.500	1.807	0.606	0.067	0.335	0.022	0.112
Hazro	1.200	1.500	1.103	0.428	0.078	0.388	0.026	0.129
Kocaköy	1.200	1.500	1.392	0.480	0.069	0.345	0.023	0.115
Kulp	1.200	1.500	2.294	0.695	0.061	0.303	0.020	0.101
Lice	1.200	1.500	2.047	0.657	0.064	0.321	0.021	0.107
Silvan	1.200	1.500	0.952	0.381	0.080	0.400	0.027	0.133

**Çizelge 3. 6.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1/ ZD)

<b>İlçe</b>	<b>F<sub>s</sub></b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>ds</sub></b>	<b>S<sub>d1</sub></b>	<b>T<sub>A</sub></b>	<b>T<sub>B</sub></b>	<b>T<sub>AD</sub></b>	<b>T<sub>BD</sub></b>
D.bakır	1.342	2.156	0.769	0.479	0.124	0.622	0.041	0.207
Bismil	1.382	2.192	0.721	0.447	0.124	0.620	0.041	0.207
Çermik	1.000	1.935	1.310	0.706	0.108	0.539	0.036	0.180
Çınar	1.435	2.220	0.654	0.422	0.129	0.645	0.043	0.215
Çüngüş	1.000	1.765	2.001	0.944	0.094	0.472	0.031	0.157
Dicle	1.000	1.885	1.483	0.782	0.105	0.527	0.035	0.176
Eğil	1.045	1.967	1.189	0.655	0.110	0.551	0.037	0.184
Ergani	1.000	1.901	1.410	0.758	0.108	0.538	0.036	0.179
Hani	1.000	1.896	1.506	0.766	0.102	0.509	0.034	0.170
Hazro	1.132	2.030	1.040	0.579	0.111	0.556	0.037	0.185
Kocaköy	1.036	1.980	1.202	0.634	0.105	0.527	0.035	0.176
Kulp	1.000	1.837	1.912	0.851	0.089	0.445	0.030	0.148
Lice	1.000	1.862	1.706	0.816	0.096	0.478	0.032	0.159
Silvan	1.183	2.092	0.938	0.531	0.113	0.566	0.038	0.189

**Çizelge 3. 7.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-1 /ZE)

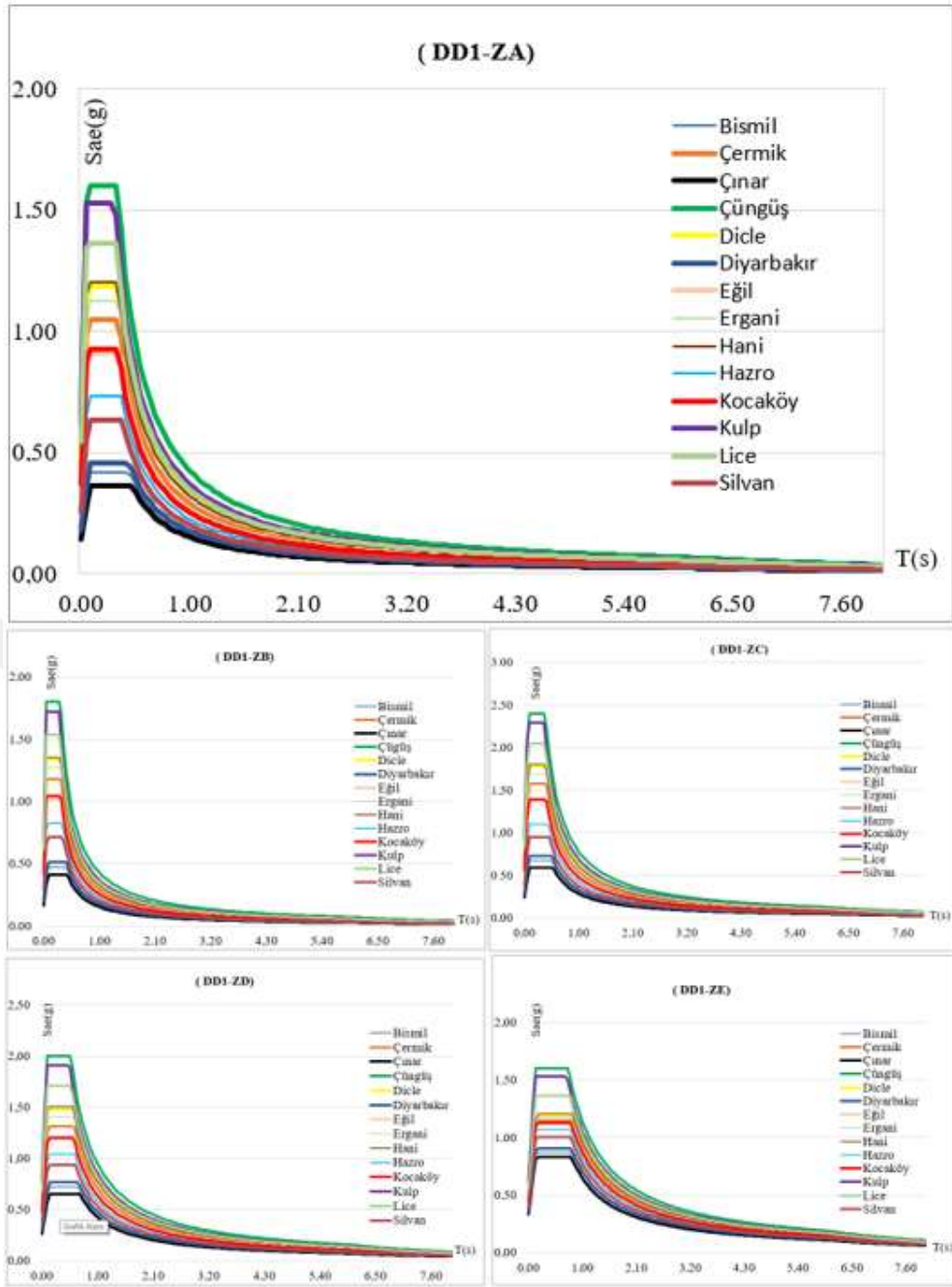
İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>DS</sub>	S <sub>D1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	1.583	3.190	0.907	0.708	0.156	0.781	0.052	0.260
Bismil	1.665	3.280	0.869	0.669	0.154	0.770	0.051	0.257
Çermik	0.876	2.540	1.148	0.927	0.162	0.808	0.054	0.269
Çınar	1.823	3.390	0.831	0.644	0.155	0.775	0.052	0.258
Çüngüş	0.800	2.130	1.601	1.140	0.142	0.712	0.047	0.237
Dicle	0.807	2.370	1.197	0.984	0.164	0.822	0.055	0.274
Eğil	0.990	2.668	1.127	0.888	0.158	0.789	0.053	0.263
Ergani	0.836	2.404	1.179	0.959	0.163	0.814	0.054	0.271
Hani	0.800	2.392	1.205	0.966	0.160	0.802	0.053	0.267
Hazro	1.165	2.875	1.071	0.819	0.153	0.765	0.051	0.255
Kocaköy	0.972	2.720	1.128	0.870	0.154	0.772	0.051	0.257
Kulp	0.800	2.274	1.530	1.053	0.138	0.688	0.046	0.229
Lice	0.800	2.324	1.365	1.018	0.149	0.746	0.050	0.249
Silvan	1.226	3.030	0.972	0.770	0.158	0.792	0.053	0.264

DD-1 yer hareket düzeyi için farklı yerel zemin koşulları için elde edilen değerler il içerisinde yer alan farklı konumlar için farklı değerler almıştır. Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S<sub>s</sub>) ile 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S<sub>1</sub>) değerleri en büyük değerlerini Çüngüş ilçesinde almıştır. En büyük yer ivmesi(PGA) ve en büyük yer hızı(PGV) değerleri de Çüngüş'te hesaplanmıştır. Bu parametreler için en küçük değerler Çınar ilçesi için elde edilmiştir. Yerel zemin koşullarının dikkate alındığı F<sub>s</sub> ve F<sub>1</sub> katsayıları en küçük değerlerini Çüngüş ilçesinde alırken en büyük değerleri Çınar'da almıştır. Elde edilen bu sonuçlar incelendiğinde kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S<sub>s</sub>), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S<sub>1</sub>), en büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızı (PGV) değerlerinin zemin sınıfı değişmesine rağmen aynı kalmıştır. Bu parametrelerin hesaplanmasında yerel zemin koşullarından ziyade deprem özelliklerinin dikkate alınması sonucunu ortaya koymaktadır. Yerel zemin katsayılarının (F<sub>s</sub> ve F<sub>1</sub>) değişimi S<sub>DS</sub> ve S<sub>D1</sub> parametrelerini doğrudan etkilemektedir. Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (T<sub>A</sub>), düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (T<sub>AD</sub>), yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (T<sub>B</sub>), düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (T<sub>BD</sub>) değerlerini de doğru orantılı olarak etkilemektedir. Elde edilen değerler ve yönetmelikte kullanılan yaklaşımların yardımı ile F<sub>s</sub> ve

$F_1$  değerleri,  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  değerlerini;  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  değerleri ise  $T_A$  ve  $T_B$  değerlerini bu değerler ise  $T_{AD}$  ve  $T_{BD}$  değerlerini orantılı olarak etkilemektedir. Yerel zeminlerin zayıf özellik göstermesi ile birlikte yerel zemin katsayıları artmakta ve bu artış ise bu katsayılara bağlı diğer tüm değerleri doğrudan etkilemektedir.

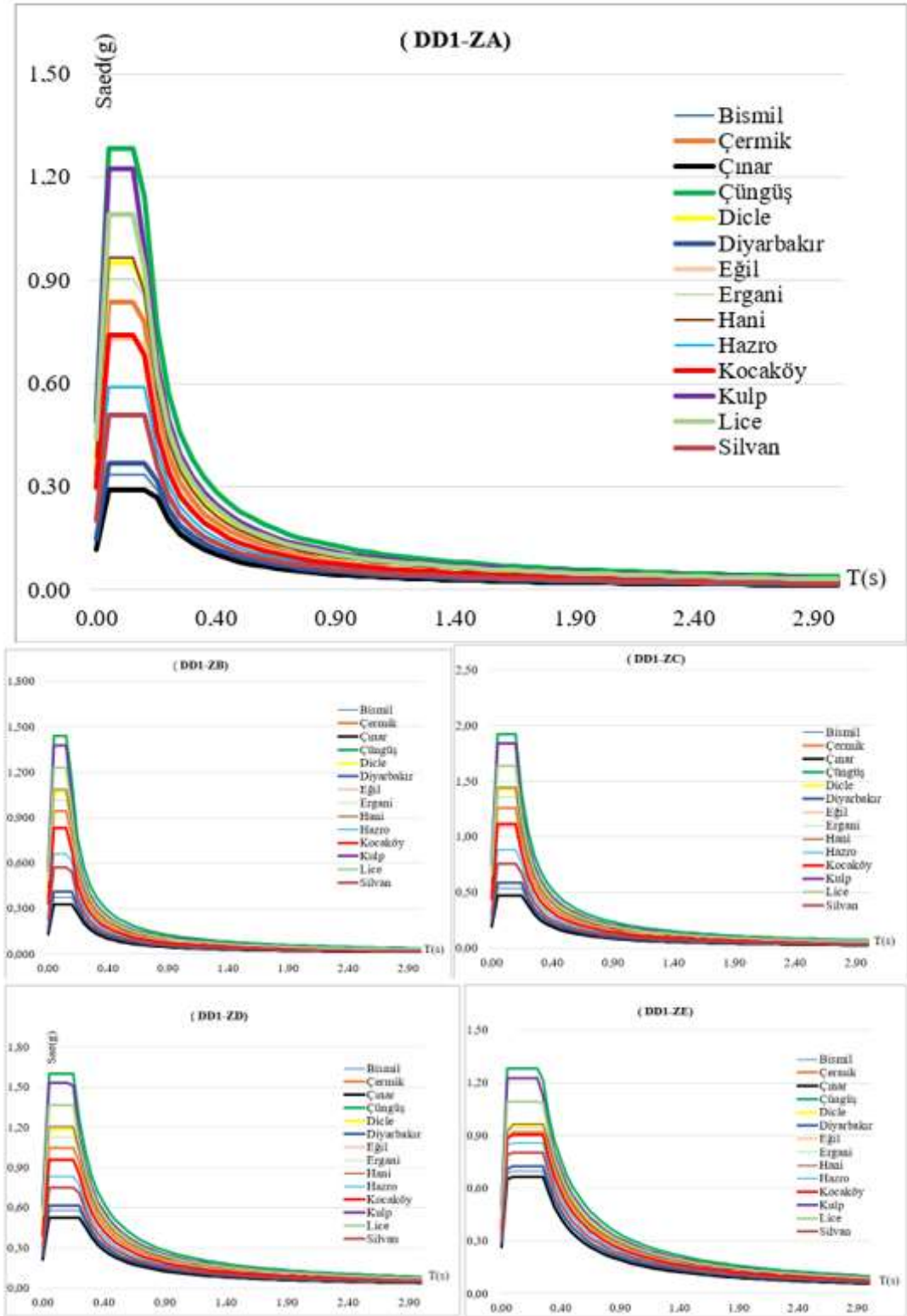
İnteraktif Web Deprem Uygulaması kullanılarak seğilen tüm coğrafik konumlara ait yatay ve dūşey yönde elastik tasarım spektrumları da elde edilmiştir. DD-1 yer hareket düzeyi için farklı yerel zemin koşulları için elde edilen yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.1’de verilmiştir.





Şekil 3. 1. DD-1 yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması

Yer hareket düzeyinin DD-1 ve yerel zemin sınıfının değişmesi ise elde edilen düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 2. DD-1 yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması

Elde edile grafikler incelendiğinde yatay elastik tasarım spektrumu değerleri için yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu ( $T_A$ ), ( $T_B$ ) ve yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş ( $T_L$ ) değerleri en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Aynı şekilde yatay elastik tasarım spektral ivmesi [ $S_{ac}(T)$ ] ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{DS}$ ) değerleri de en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Düşey elastik tasarım spektrumu değerleri için düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu ( $T_{AD}$ ), ( $T_{BD}$ ) ve düşey elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş ( $T_{LD}$ ) değerleri en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Aynı şekilde düşey elastik tasarım spektral ivmesi  $S_{acD}(T)$  ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{DS}$ ) değerleri de en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Düşey elastik tasarım spektrumları, yatay elastik tasarım spektrumu grafiğine göre ( $S_{DS}$ ) değerlerinin başlangıç noktasında 0.4'ten 0,32'ye ve üst limitte 1'den 0.8'e düşmüştür. Ayrıca tasarım ivme spektrumu köşe periyodu  $T_{BD}$  'den sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş ( $T_{LD}$ ) ye doğru geçişin yatay elastik tasarım spektrumu grafiğine göre daha daraldığı daha keskin bir geçişin sağlandığı görülmektedir. Sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş ( $T_L$ ) ve  $T_{LD}$  kıyasında da bu değer yaklaşık olarak 8'den yaklaşık olarak 3'e kadar düştüğü görülmektedir. Hem yatay elastik tasarım spektrum eğrilerinde hem de düşey elastik tasarım spektrum eğrileri için bu parametrelerin zemin sınıfı ZC'ye kadar değerlerinin arttığını ZD ile birlikte bu değerlerin düşmeye başladığı görülmektedir.

### 3.1.2. DD2 Yer Hareket Düzeyi

Diyarbakır ilinde yer alan ve bu çalışma kapsamında dikkate alınan tüm merkezler için DD-2 yer hareket düzeyi ve farklı yerel zemin sınıfları için elde edilen deprem parametreleri ayrı ayrı çizelgelerde gösterilmiştir. DD-2/ZA için elde edilen deprem parametreleri Çizelge 3.8'de; DD-2/ZB için Çizelge 3.9'da; DD-2/ZC için Çizelge 3.10'da; DD-2/ZD için Çizelge 3.11'de ve DD-2/ZE için Çizelge 3.12'de ayrı ayrı gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 8.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZA)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>Ds</sub>	S <sub>D1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.800	0.800	0.248	0.104	0.084	0.419	0.028	0.140
Bismil	0.800	0.800	0.220	0.096	0.087	0.436	0.029	0.145
Çermik	0.800	0.800	0.542	0.158	0.058	0.292	0.019	0.097
Çınar	0.800	0.800	0.192	0.090	0.093	0.467	0.031	0.156
Çüngüş	0.800	0.800	0.830	0.218	0.053	0.263	0.018	0.088
Dicle	0.800	0.800	0.640	0.181	0.057	0.283	0.019	0.094
Eğil	0.800	0.800	0.490	0.150	0.061	0.307	0.020	0.102
Ergani	0.800	0.800	0.608	0.174	0.057	0.287	0.019	0.096
Hani	0.800	0.800	0.642	0.178	0.056	0.278	0.019	0.093
Hazro	0.800	0.800	0.401	0.132	0.066	0.329	0.022	0.110
Kocaköy	0.800	0.800	0.495	0.146	0.059	0.294	0.020	0.098
Kulp	0.800	0.800	0.736	0.191	0.052	0.260	0.017	0.087
Lice	0.800	0.800	0.695	0.186	0.054	0.268	0.018	0.089
Silvan	0.800	0.800	0.342	0.119	0.070	0.349	0.023	0.116

**Çizelge 3. 9.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZB)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>Ds</sub>	S <sub>D1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.900	0.800	0.279	0.104	0.075	0.373	0.025	0.124
Bismil	0.900	0.800	0.248	0.096	0.078	0.388	0.026	0.129
Çermik	0.900	0.800	0.610	0.158	0.052	0.260	0.017	0.087
Çınar	0.900	0.800	0.216	0.090	0.083	0.415	0.028	0.138
Çüngüş	0.900	0.800	0.933	0.218	0.047	0.234	0.016	0.078
Dicle	0.900	0.800	0.720	0.181	0.050	0.251	0.017	0.084
Eğil	0.900	0.800	0.552	0.150	0.055	0.273	0.018	0.091
Ergani	0.900	0.800	0.684	0.174	0.051	0.255	0.017	0.085
Hani	0.900	0.800	0.722	0.178	0.049	0.247	0.016	0.082
Hazro	0.900	0.800	0.451	0.132	0.059	0.293	0.020	0.098
Kocaköy	0.900	0.800	0.557	0.146	0.052	0.261	0.017	0.087
Kulp	0.900	0.800	0.828	0.191	0.046	0.231	0.015	0.077
Lice	0.900	0.800	0.782	0.186	0.048	0.238	0.016	0.079
Silvan	0.900	0.800	0.384	0.119	0.062	0.310	0.021	0.103

**Çizelge 3. 10.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZC)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	1.300	1.500	0.403	0.195	0.097	0.484	0.032	0.161
Bismil	1.300	1.500	0.358	0.180	0.101	0.503	0.034	0.168
Çermik	1.290	1.500	0.875	0.297	0.068	0.340	0.023	0.113
Çınar	1.300	1.500	0.312	0.168	0.108	0.538	0.036	0.179
Çüngüş	1.200	1.500	1.244	0.410	0.066	0.329	0.022	0.110
Dicle	1.200	1.500	0.960	0.339	0.071	0.353	0.024	0.118
Eğil	1.255	1.500	0.769	0.282	0.073	0.367	0.024	0.122
Ergani	1.200	1.500	0.912	0.327	0.072	0.359	0.024	0.120
Hani	1.200	1.500	0.962	0.335	0.070	0.348	0.023	0.116
Hazro	1.300	1.500	0.651	0.248	0.076	0.380	0.025	0.127
Kocaköy	1.252	1.500	0.775	0.273	0.070	0.352	0.023	0.117
Kulp	1.200	1.500	1.104	0.359	0.065	0.325	0.022	0.108
Lice	1.200	1.500	1.043	0.350	0.067	0.335	0.022	0.112
Silvan	1.300	1.500	0.555	0.224	0.081	0.403	0.027	0.134

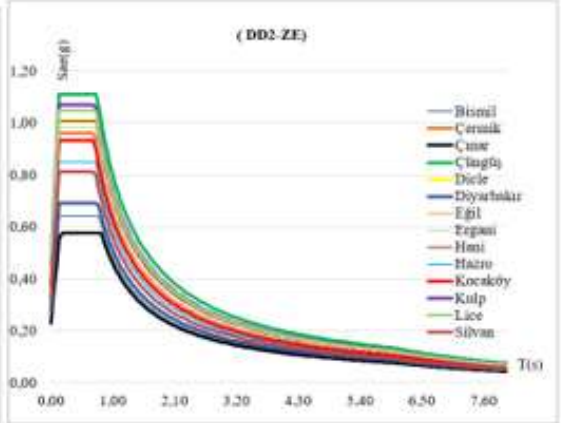
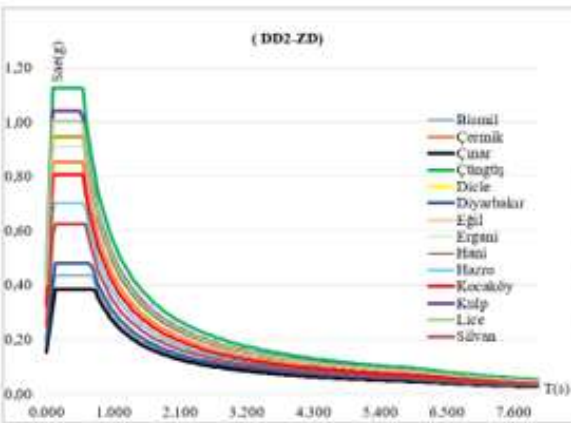
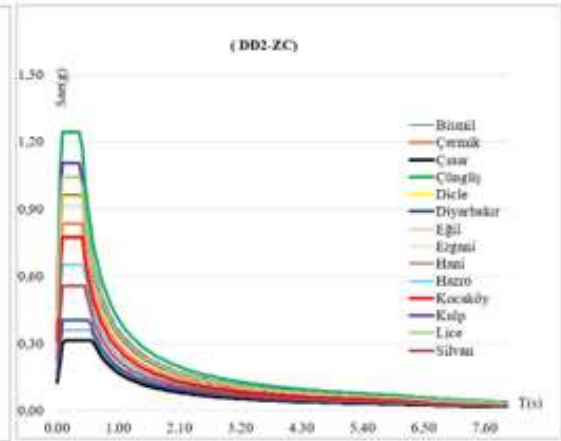
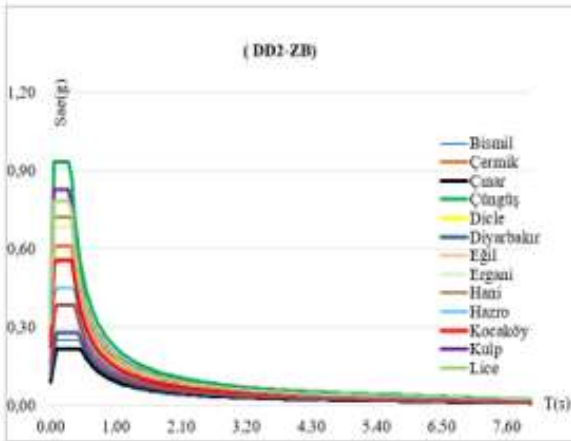
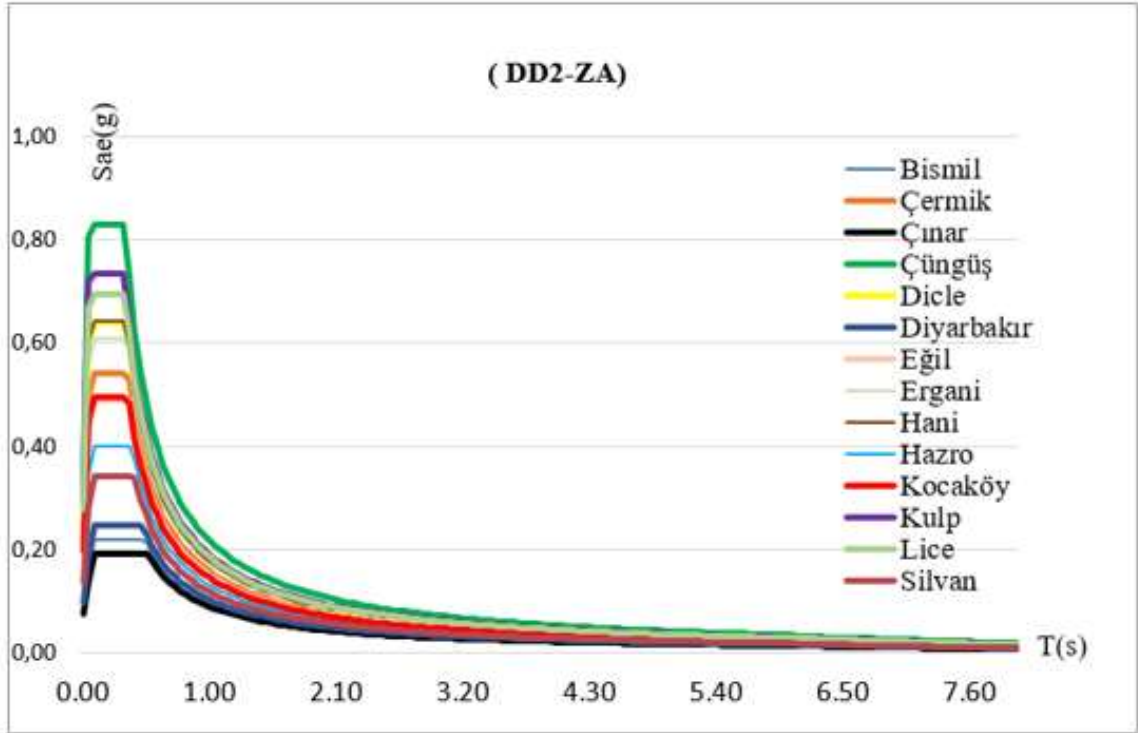
**Çizelge 3. 11.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZD)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	1.552	2.340	0.481	0.304	0.126	0.632	0.042	0.211
Bismil	1.580	2.360	0.435	0.283	0.130	0.652	0.043	0.217
Çermik	1.258	2.204	0.853	0.436	0.102	0.512	0.034	0.171
Çınar	1.600	2.376	0.384	0.266	0.139	0.693	0.046	0.231
Çüngüş	1.085	2.054	1.125	0.561	0.100	0.498	0.033	0.166
Dicle	1.180	2.148	0.944	0.485	0.103	0.514	0.034	0.171
Eğil	1.310	2.224	0.803	0.418	0.104	0.521	0.035	0.174
Ergani	1.196	2.164	0.909	0.472	0.104	0.519	0.035	0.173
Hani	1.179	2.154	0.946	0.480	0.102	0.508	0.034	0.169
Hazro	1.399	2.270	0.701	0.375	0.107	0.534	0.036	0.178
Kocaköy	1.305	2.236	0.808	0.407	0.101	0.504	0.034	0.168
Kulp	1.132	2.122	1.041	0.507	0.097	0.487	0.032	0.162
Lice	1.152	2.134	1.001	0.497	0.099	0.497	0.033	0.166
Silvan	1.458	2.302	0.623	0.343	0.110	0.551	0.037	0.184

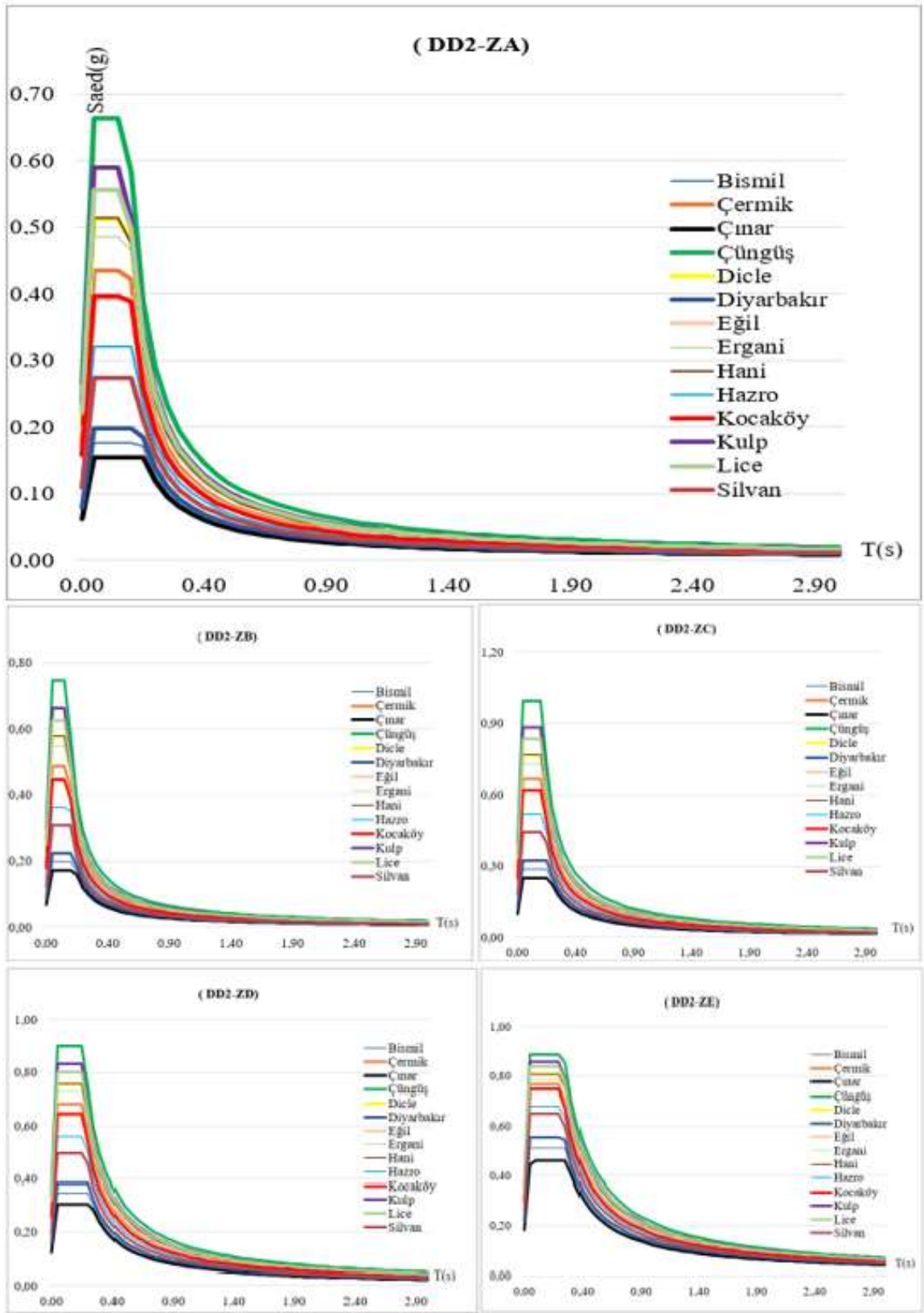
**Çizelge 3. 12.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-2 /ZE)

İlçe	F <sub>S</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>Ds</sub>	S <sub>D1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	2.232	3.930	0.692	0.511	0.148	0.738	0.049	0.246
Bismil	2.330	4.020	0.641	0.482	0.151	0.753	0.050	0.251
Çermik	1.415	3.318	0.959	0.657	0.137	0.685	0.046	0.228
Çınar	2.400	4.092	0.576	0.458	0.159	0.796	0.053	0.265
Çüngüş	1.070	2.935	1.110	0.801	0.144	0.722	0.048	0.241
Dicle	1.260	3.170	1.008	0.716	0.142	0.711	0.047	0.237
Eğil	1.519	3.408	0.931	0.641	0.138	0.688	0.046	0.229
Ergani	1.292	3.210	0.982	0.700	0.143	0.713	0.048	0.238
Hani	1.258	3.185	1.009	0.710	0.141	0.704	0.047	0.235
Hazro	1.698	3.615	0.851	0.596	0.140	0.701	0.047	0.234
Kocaköy	1.510	3.462	0.935	0.630	0.135	0.674	0.045	0.225
Kulp	1.164	3.105	1.071	0.742	0.139	0.693	0.046	0.231
Lice	1.205	3.135	1.047	0.730	0.140	0.698	0.047	0.233
Silvan	1.904	3.759	0.813	0.560	0.138	0.689	0.046	0.230

Deprem yer hareketi düzeyi olarak DD-2 seçilmesi durumunda da DD-1 yer hareket düzeyi elde edilen sonuçların benzer olduğu görülmektedir. İl içerisinde yer alan tüm ilçelerde farklı yer değerleri almıştır. Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ) ile 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ) değerleri en büyük değerlerini Çüngüş ilçesinde almıştır. Bu parametreler için en küçük değerler Çınar ilçesi için elde edilmiştir. Yerel zemin koşullarının dikkate alındığı  $F_s$  ve  $F_1$  katsayıları en küçük değerlerini Çüngüş ilçesinde alırken en büyük değerleri Çınar'da almıştır. İnteraktif Web Deprem Uygulaması yardımı ile elde edilen bu deprem parametrelerinin yanı sıra yine bu bölümde de yatay elastik tasarım spektrum eğrileri ve düşey elastik tasarım spektrumu eğrileri de her bir ilçe için ayrı ayrı elde edilmiştir. Tekrarlanma periyodu 475 yıl olan ve standart tasarım deprem yer hareket düzeyi olan DD-2 için farklı yerel zemin koşulları için elde edilen yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.3'te verilmiştir. Yer hareket düzeyinin DD-2 ve yerel zemin sınıfının değişmesi ise elde edilen düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 3. DD-2 yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması



Şekil 3. 4. DD-2 yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması

Yatay elastik tasarım spektrum köşe periyodu ( $T_A$ ), ( $T_B$ ) ve yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş ( $T_L$ ) değerleri en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Aynı şekilde yatay elastik tasarım spektral ivmesi  $S_{ae}(T)$  ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{DS}$ ) değerleri de en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Düşey elastik tasarım spektrumu değerleri için düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu  $T_{AD}$ ,  $T_{BD}$  ve düşey elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş ( $T_{LD}$ ) değerleri en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Aynı şekilde düşey elastik tasarım spektral ivmesi  $S_{aeD}(T)$  ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı  $S_{DS}$  değerleri de en büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. Hem yatay elastik tasarım spektrum grafikleri hem de düşey elastik tasarım spektrum grafikleri için bu parametrelerin zemin sınıfı ZC' ye kadar değerlerinin arttığını ZD ile birlikte bu değerlerin düşmeye başladığı da görülmektedir. Deprem yer hareketinin DD-1 seçilmesi yerine DD-2 seçilmesi aynı yerel zemin sınıfları için bu parametrelerin grafikteki karşılıklarının düştüğü de görülmektedir.

### 3.1.3. DD3 Yer Hareket Düzeyi

Diyarbakır ilinde yer alan ve bu çalışma kapsamında dikkate alınan tüm merkezler için DD-3 yer hareket düzeyi ve farklı yerel zemin sınıfları için elde edilen deprem parametreleri ayrı ayrı çizelgelerde gösterilmiştir. DD-3/ZA için elde edilen deprem parametreleri Çizelge 3.13'te; DD-3/ZB için Çizelge 3.14'de; DD-3/ZC için Çizelge 3.15'te; DD-3/ZD için Çizelge 3.16'da ve DD-3/ZE için Çizelge 3.17'de ayrı ayrı gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 13.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZA)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.800	0.800	0.106	0.046	0.086	0.429	0.029	0.143
Bismil	0.800	0.800	0.093	0.042	0.091	0.457	0.030	0.152
Çermik	0.800	0.800	0.212	0.062	0.058	0.291	0.019	0.097
Çınar	0.800	0.800	0.082	0.039	0.095	0.476	0.032	0.159
Çüngüş	0.800	0.800	0.314	0.078	0.049	0.247	0.016	0.082
Dicle	0.800	0.800	0.266	0.074	0.055	0.277	0.018	0.092
Eğil	0.800	0.800	0.207	0.064	0.062	0.309	0.021	0.103
Ergani	0.800	0.800	0.253	0.070	0.055	0.275	0.018	0.092
Hani	0.800	0.800	0.262	0.073	0.056	0.278	0.019	0.093
Hazro	0.800	0.800	0.170	0.058	0.069	0.344	0.023	0.115
Kocaköy	0.800	0.800	0.206	0.063	0.061	0.307	0.020	0.102
Kulp	0.800	0.800	0.257	0.073	0.057	0.283	0.019	0.094
Lice	0.800	0.800	0.266	0.074	0.056	0.280	0.019	0.093
Silvan	0.800	0.800	0.138	0.052	0.075	0.376	0.025	0.125

**Çizelge 3. 14.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZB)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.900	0.800	0.120	0.046	0.076	0.381	0.025	0.127
Bismil	0.900	0.800	0.104	0.042	0.081	0.406	0.027	0.135
Çermik	0.900	0.800	0.239	0.062	0.052	0.258	0.017	0.086
Çınar	0.900	0.800	0.093	0.039	0.085	0.423	0.028	0.141
Çüngüş	0.900	0.800	0.354	0.078	0.044	0.219	0.015	0.073
Dicle	0.900	0.800	0.299	0.074	0.049	0.246	0.016	0.082
Eğil	0.900	0.800	0.233	0.064	0.055	0.275	0.018	0.092
Ergani	0.900	0.800	0.284	0.070	0.049	0.245	0.016	0.082
Hani	0.900	0.800	0.294	0.073	0.049	0.247	0.016	0.082
Hazro	0.900	0.800	0.191	0.058	0.061	0.306	0.020	0.102
Kocaköy	0.900	0.800	0.231	0.063	0.055	0.273	0.018	0.091
Kulp	0.900	0.800	0.289	0.073	0.050	0.252	0.017	0.084
Lice	0.900	0.800	0.299	0.074	0.050	0.249	0.017	0.083
Silvan	0.900	0.800	0.156	0.052	0.067	0.334	0.022	0.111

**Çizelge 3. 15.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZC)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	1.300	1.500	0.173	0.086	0.099	0.495	0.033	0.165
Bismil	1.300	1.500	0.151	0.080	0.105	0.527	0.035	0.176
Çermik	1.300	1.500	0.345	0.116	0.067	0.335	0.022	0.112
Çınar	1.300	1.500	0.134	0.074	0.110	0.549	0.037	0.183
Çüngüş	1.300	1.500	0.511	0.146	0.057	0.285	0.019	0.095
Dicle	1.300	1.500	0.432	0.138	0.064	0.320	0.021	0.107
Eğil	1.300	1.500	0.337	0.120	0.071	0.356	0.024	0.119
Ergani	1.300	1.500	0.411	0.131	0.064	0.318	0.021	0.106
Hani	1.300	1.500	0.425	0.137	0.064	0.321	0.021	0.107
Hazro	1.300	1.500	0.276	0.110	0.079	0.397	0.026	0.132
Kocaköy	1.300	1.500	0.334	0.119	0.071	0.355	0.024	0.118
Kulp	1.300	1.500	0.417	0.137	0.065	0.327	0.022	0.109
Lice	1.300	1.500	0.432	0.140	0.065	0.323	0.022	0.108
Silvan	1.300	1.500	0.225	0.098	0.087	0.434	0.029	0.145

**Çizelge 3. 16.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZD)

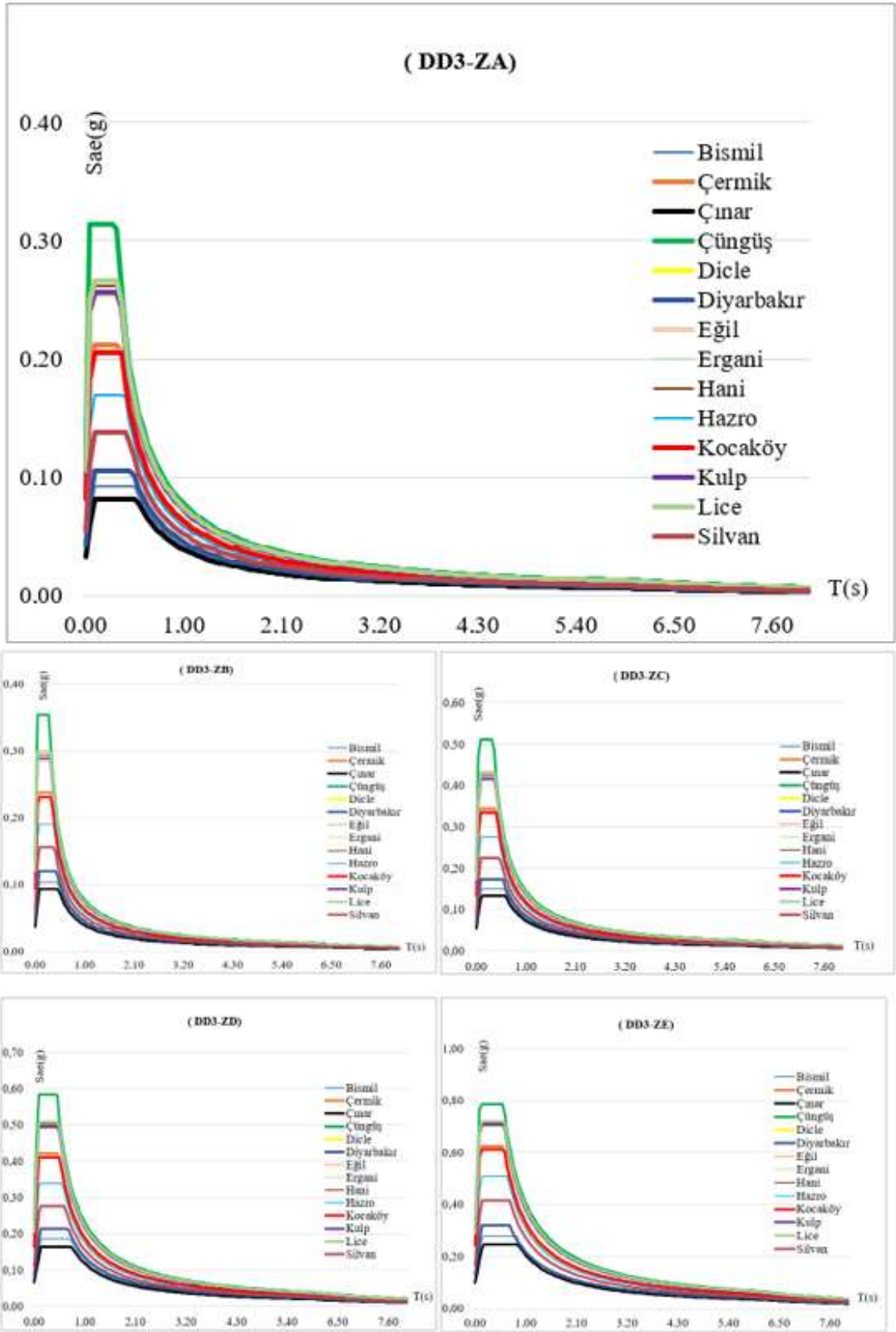
İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	1.600	2.400	0.213	0.137	0.129	0.643	0.043	0.214
Bismil	1.600	2.400	0.186	0.127	0.137	0.685	0.046	0.228
Çermik	1.558	2.400	0.413	0.185	0.090	0.448	0.030	0.149
Çınar	1.600	2.400	0.165	0.118	0.143	0.714	0.048	0.238
Çüngüş	1.486	2.400	0.584	0.233	0.080	0.399	0.027	0.133
Dicle	1.534	2.400	0.509	0.221	0.087	0.434	0.029	0.145
Eğil	1.593	2.400	0.413	0.192	0.093	0.465	0.031	0.155
Ergani	1.547	2.400	0.489	0.209	0.085	0.427	0.028	0.142
Hani	1.538	2.400	0.503	0.218	0.087	0.434	0.029	0.145
Hazro	1.600	2.400	0.339	0.175	0.103	0.517	0.034	0.172
Kocaköy	1.594	2.400	0.410	0.190	0.093	0.463	0.031	0.154
Kulp	1.543	2.400	0.495	0.218	0.088	0.441	0.029	0.147
Lice	1.534	2.400	0.509	0.223	0.088	0.438	0.029	0.146
Silvan	1.600	2.400	0.277	0.156	0.113	0.564	0.038	0.188

**Çizelge 3. 17.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-3 /ZE)

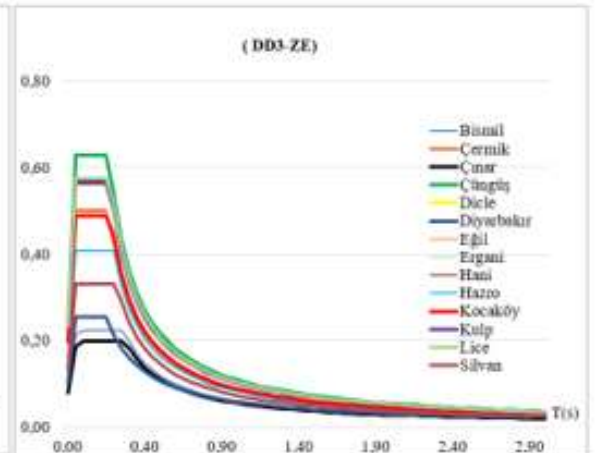
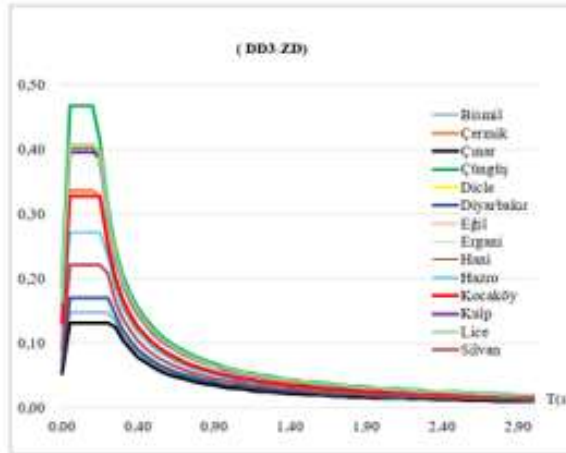
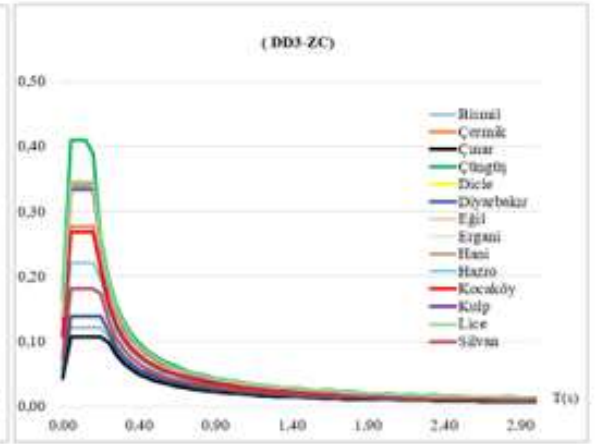
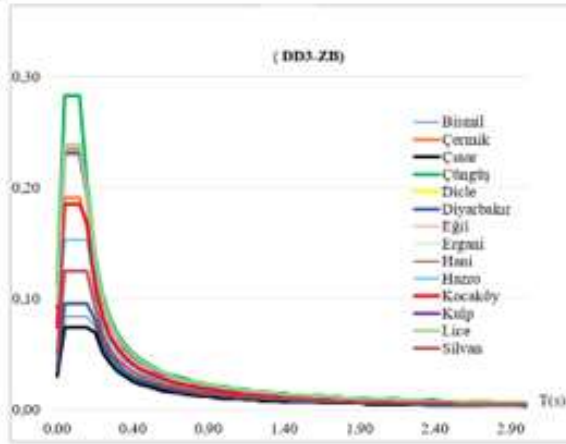
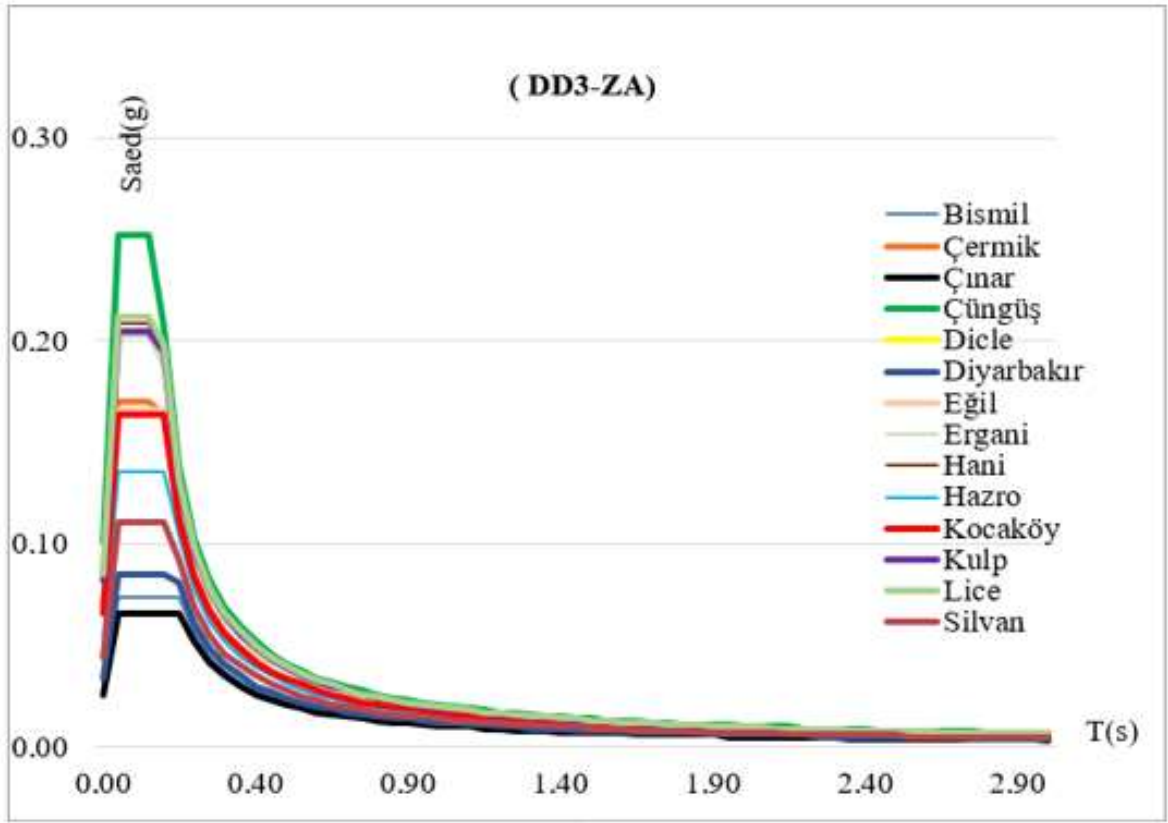
İlçe	F <sub>S</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>Ds</sub>	S <sub>D1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	2.400	4.200	0.319	0.239	0.150	0.750	0.050	0.250
Bismil	2.400	4.200	0.278	0.223	0.160	0.800	0.053	0.267
Çermik	2.358	4.200	0.625	0.323	0.104	0.518	0.035	0.173
Çınar	2.400	4.200	0.247	0.206	0.167	0.833	0.056	0.278
Çüngüş	2.000	4.200	0.786	0.407	0.104	0.518	0.035	0.173
Dicle	2.170	4.200	0.720	0.386	0.107	0.536	0.036	0.179
Eğil	2.375	4.200	0.615	0.336	0.109	0.546	0.036	0.182
Ergani	2.215	4.200	0.700	0.365	0.104	0.522	0.035	0.174
Hani	2.184	4.200	0.714	0.382	0.107	0.535	0.036	0.178
Hazro	2.400	4.200	0.509	0.307	0.121	0.603	0.040	0.201
Kocaköy	2.380	4.200	0.612	0.332	0.108	0.542	0.036	0.181
Kulp	2.201	4.200	0.707	0.382	0.108	0.541	0.036	0.180
Lice	2.170	4.200	0.720	0.391	0.108	0.542	0.036	0.181
Silvan	2.400	4.200	0.415	0.273	0.132	0.658	0.044	0.219

Daha önce DD-1 ve DD-2 için elde edilen değerler DD-3 yer hareket düzeyi için de benzer sonuçları vermiştir. Beş farklı yerel zemin sınıfı için elde edilen deprem parametreleri Diyarbakır ilçelerinin tümünde farklılıklar göstermektedir. En büyük değerlerini Çüngüş ilçesinde alırken en küçük değerler Çınar ilçesi için elde edilmiştir. Deprem yer hareketinin DD-2 yerine DD-3 seçildiğinde bu değerlerin kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ), en büyük yer ivmesi(PGA) ve en büyük yer hızı(PGV) değerlerinin azaldığı görülmektedir. Yerel zemin etki katsayılarının ( $F_s$  ve  $F_1$ ) değerlerinin ise arttığı görülmektedir.

Tekrarlanma periyodu 72 yıl olan ve sık deprem yer hareket düzeyi olan DD-3 için farklı yerel zemin koşulları için elde edilen yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.5'te verilmiştir. Yer hareket düzeyinin DD-3 ve yerel zemin sınıfının değişmesi ise elde edilen dikey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 5. DD-3 yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması



Şekil 3. 6. DD-3 yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması

DD-3 yer hareket düzeyi elde edilen sonuçlar ve sonuçların yorumlanması DD-1 ve DD-2 yer hareket düzeyi ile aynıdır. En büyük değerlerini Çüngüş'te alırken en küçük değerlerini ise Çınar'da almıştır. İl içerisinde tüm deprem parametrelerinde farklılıklar elde edilmiştir.

### 3.1.4. DD4 Yer Hareket Düzeyi

Diyarbakır ilinde yer alan ve bu çalışma kapsamında dikkate alınan tüm merkezler için DD-4 yer hareket düzeyi ve farklı yerel zemin sınıfları için elde edilen deprem parametreleri ayrı ayrı çizelgelerde gösterilmiştir. DD-4/ZA için elde edilen deprem parametreleri Çizelge 3.18'de; DD-4/ZB için Çizelge 3.19'da; DD-4/ZC için Çizelge 3.20'de; DD-4/ZD için Çizelge 3.21'de ve DD-4/ZE için Çizelge 3.22'de ayrı ayrı gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 18.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZA)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.800	0.800	0.078	0.032	0.082	0.408	0.027	0.136
Bismil	0.800	0.800	0.067	0.030	0.090	0.452	0.030	0.151
Çermik	0.800	0.800	0.151	0.042	0.056	0.280	0.019	0.093
Çınar	0.800	0.800	0.061	0.028	0.092	0.461	0.031	0.154
Çüngüş	0.800	0.800	0.221	0.050	0.046	0.228	0.015	0.076
Dicle	0.800	0.800	0.194	0.050	0.052	0.259	0.017	0.086
Eğil	0.800	0.800	0.153	0.045	0.059	0.293	0.020	0.098
Ergani	0.800	0.800	0.184	0.048	0.052	0.261	0.017	0.087
Hani	0.800	0.800	0.192	0.050	0.053	0.263	0.018	0.088
Hazro	0.800	0.800	0.124	0.042	0.067	0.335	0.022	0.112
Kocaköy	0.800	0.800	0.151	0.045	0.059	0.296	0.020	0.099
Kulp	0.800	0.800	0.182	0.050	0.055	0.276	0.018	0.092
Lice	0.800	0.800	0.192	0.051	0.053	0.267	0.018	0.089
Silvan	0.800	0.800	0.100	0.037	0.074	0.368	0.025	0.123

**Çizelge 3. 19.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZB)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>DS</sub>	S <sub>D1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	0.900	0.800	0.088	0.032	0.073	0.363	0.024	0.121
Bismil	0.900	0.800	0.076	0.030	0.080	0.402	0.027	0.134
Çermik	0.900	0.800	0.170	0.042	0.050	0.249	0.017	0.083
Çınar	0.900	0.800	0.068	0.028	0.082	0.409	0.027	0.136
Çüngüş	0.900	0.800	0.248	0.050	0.041	0.203	0.014	0.068
Dicle	0.900	0.800	0.219	0.050	0.046	0.230	0.015	0.077
Eğil	0.900	0.800	0.172	0.045	0.052	0.261	0.017	0.087
Ergani	0.900	0.800	0.207	0.048	0.046	0.232	0.015	0.077
Hani	0.900	0.800	0.216	0.050	0.047	0.233	0.016	0.078
Hazro	0.900	0.800	0.140	0.042	0.060	0.298	0.020	0.099
Kocaköy	0.900	0.800	0.170	0.045	0.053	0.263	0.018	0.088
Kulp	0.900	0.800	0.205	0.050	0.049	0.246	0.016	0.082
Lice	0.900	0.800	0.216	0.051	0.047	0.237	0.016	0.079
Silvan	0.900	0.800	0.113	0.037	0.065	0.327	0.022	0.109

**Çizelge 3. 20.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZC)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>DS</sub>	S <sub>D1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	1.300	1.500	0.127	0.060	0.094	0.471	0.031	0.157
Bismil	1.300	1.500	0.109	0.057	0.104	0.522	0.035	0.174
Çermik	1.300	1.500	0.246	0.080	0.065	0.324	0.022	0.108
Çınar	1.300	1.500	0.099	0.053	0.106	0.531	0.035	0.177
Çüngüş	1.300	1.500	0.359	0.095	0.053	0.263	0.018	0.088
Dicle	1.300	1.500	0.316	0.095	0.060	0.299	0.020	0.100
Eğil	1.300	1.500	0.248	0.084	0.068	0.338	0.023	0.113
Ergani	1.300	1.500	0.299	0.090	0.060	0.301	0.020	0.100
Hani	1.300	1.500	0.312	0.095	0.061	0.303	0.020	0.101
Hazro	1.300	1.500	0.202	0.078	0.077	0.387	0.026	0.129
Kocaköy	1.300	1.500	0.246	0.084	0.068	0.342	0.023	0.114
Kulp	1.300	1.500	0.296	0.095	0.064	0.319	0.021	0.106
Lice	1.300	1.500	0.312	0.096	0.062	0.308	0.021	0.103
Silvan	1.300	1.500	0.163	0.069	0.085	0.425	0.028	0.142

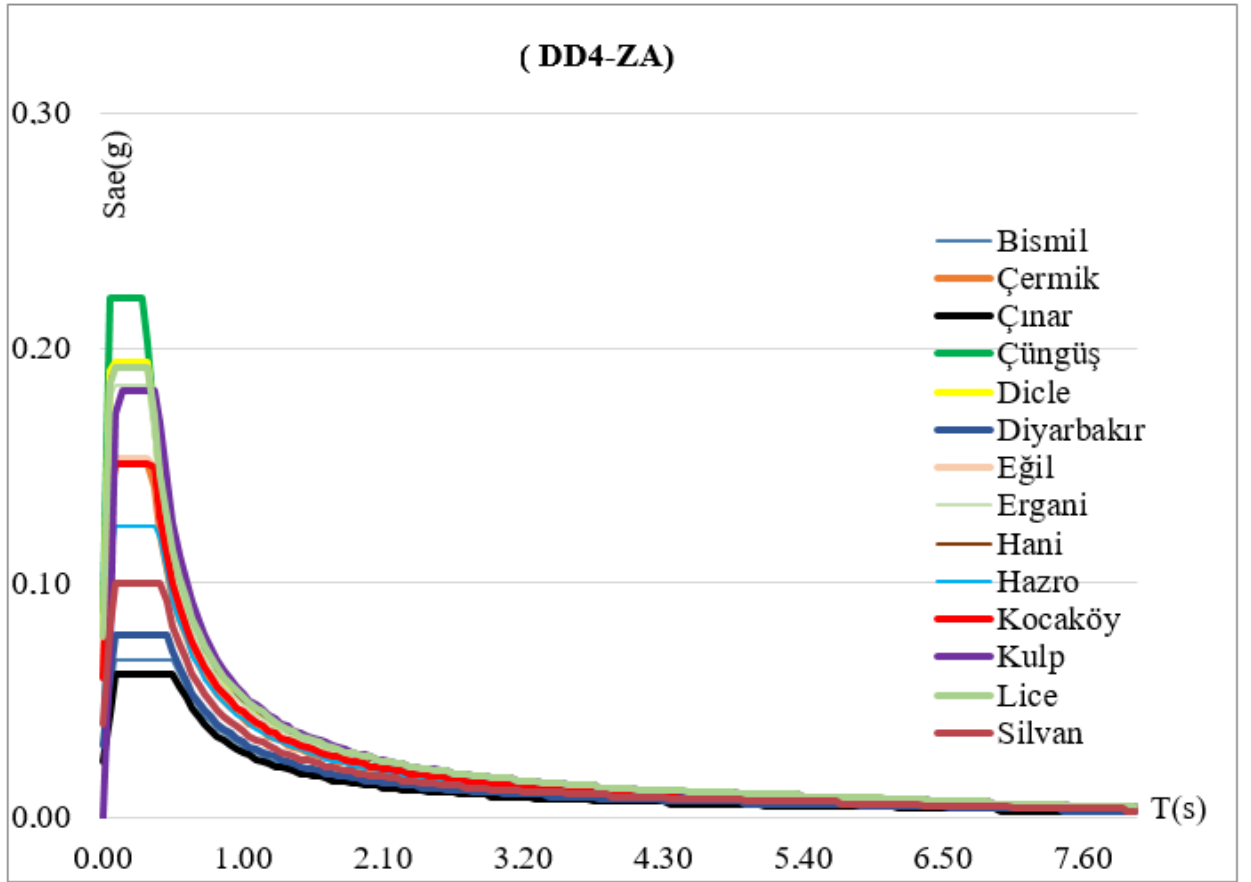
**Çizelge 3. 21.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZD)

İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	1.600	2.400	0.157	0.096	0.122	0.612	0.041	0.204
Bismil	1.600	2.400	0.134	0.091	0.136	0.679	0.045	0.226
Çermik	1.600	2.400	0.302	0.127	0.084	0.421	0.028	0.140
Çınar	1.600	2.400	0.122	0.084	0.138	0.691	0.046	0.230
Çüngüş	1.579	2.400	0.436	0.151	0.069	0.347	0.023	0.116
Dicle	1.600	2.400	0.389	0.151	0.078	0.389	0.026	0.130
Eğil	1.600	2.400	0.306	0.134	0.088	0.440	0.029	0.147
Ergani	1.600	2.400	0.368	0.144	0.078	0.391	0.026	0.130
Hani	1.600	2.400	0.384	0.151	0.079	0.394	0.026	0.131
Hazro	1.600	2.400	0.248	0.125	0.101	0.503	0.034	0.168
Kocaköy	1.600	2.400	0.302	0.134	0.089	0.444	0.030	0.148
Kulp	1.600	2.400	0.365	0.151	0.083	0.414	0.028	0.138
Lice	1.600	2.400	0.384	0.154	0.080	0.400	0.027	0.133
Silvan	1.600	2.400	0.200	0.110	0.110	0.552	0.037	0.184

**Çizelge 3. 22.** Deprem parametre değerlerinin karşılaştırılması (DD-4 /ZE)

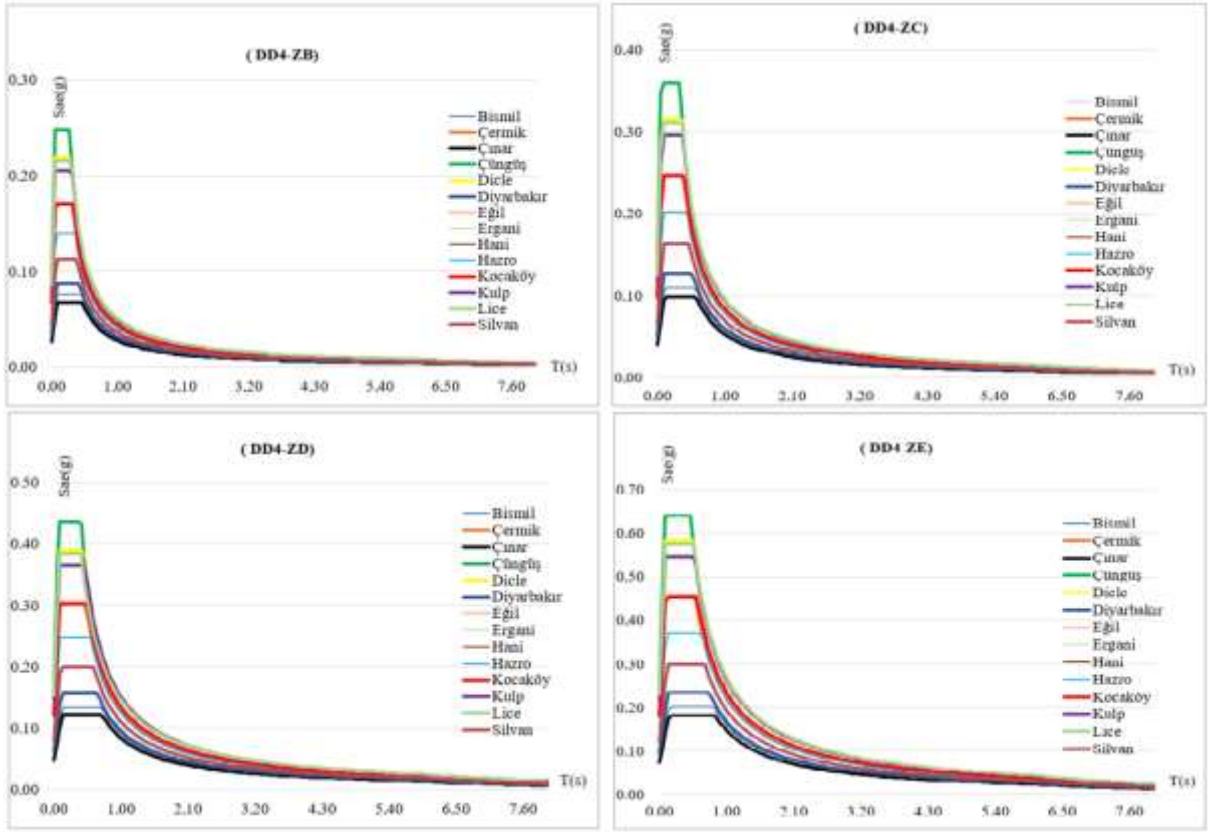
İlçe	F <sub>s</sub>	F <sub>1</sub>	S <sub>ds</sub>	S <sub>d1</sub>	T <sub>A</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>AD</sub>	T <sub>BD</sub>
D.bakır	2.400	4.200	0.235	0.168	0.143	0.714	0.048	0.238
Bismil	2.400	4.200	0.202	0.160	0.158	0.792	0.053	0.264
Çermik	2.400	4.200	0.454	0.223	0.098	0.491	0.033	0.164
Çınar	2.400	4.200	0.182	0.147	0.161	0.806	0.054	0.269
Çüngüş	2.327	4.200	0.642	0.265	0.082	0.412	0.027	0.137
Dicle	2.400	4.200	0.583	0.265	0.091	0.454	0.030	0.151
Eğil	2.400	4.200	0.458	0.235	0.103	0.513	0.034	0.171
Ergani	2.400	4.200	0.552	0.252	0.091	0.457	0.030	0.152
Hani	2.400	4.200	0.576	0.265	0.092	0.459	0.031	0.153
Hazro	2.400	4.200	0.372	0.218	0.117	0.587	0.039	0.196
Kocaköy	2.400	4.200	0.454	0.235	0.104	0.519	0.035	0.173
Kulp	2.400	4.200	0.547	0.265	0.097	0.484	0.032	0.161
Lice	2.400	4.200	0.576	0.269	0.093	0.467	0.031	0.156
Silvan	2.400	4.200	0.300	0.193	0.129	0.644	0.043	0.215

DD-4 deprem yer hareket düzeyi ve beş farklı yerel zemin sınıf değişimi için İnteraktif Web Uygulaması kullanılarak deprem parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen tüm sonuç değerleri çalışmada dikkate alınan il içerisinde farklı değerler almıştır. Elde edilen sonuç değerleri diğer üç yer hareket düzeyi için elde edilen sonuç değerlerine benzer elde edilmiştir. Tekrarlanma periyodu 43 yıl olan ve çok sık deprem yer hareket düzeyi olan DD-4 için farklı yerel zemin sınıfı ZA için elde edilen yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.7’de verilmiştir.

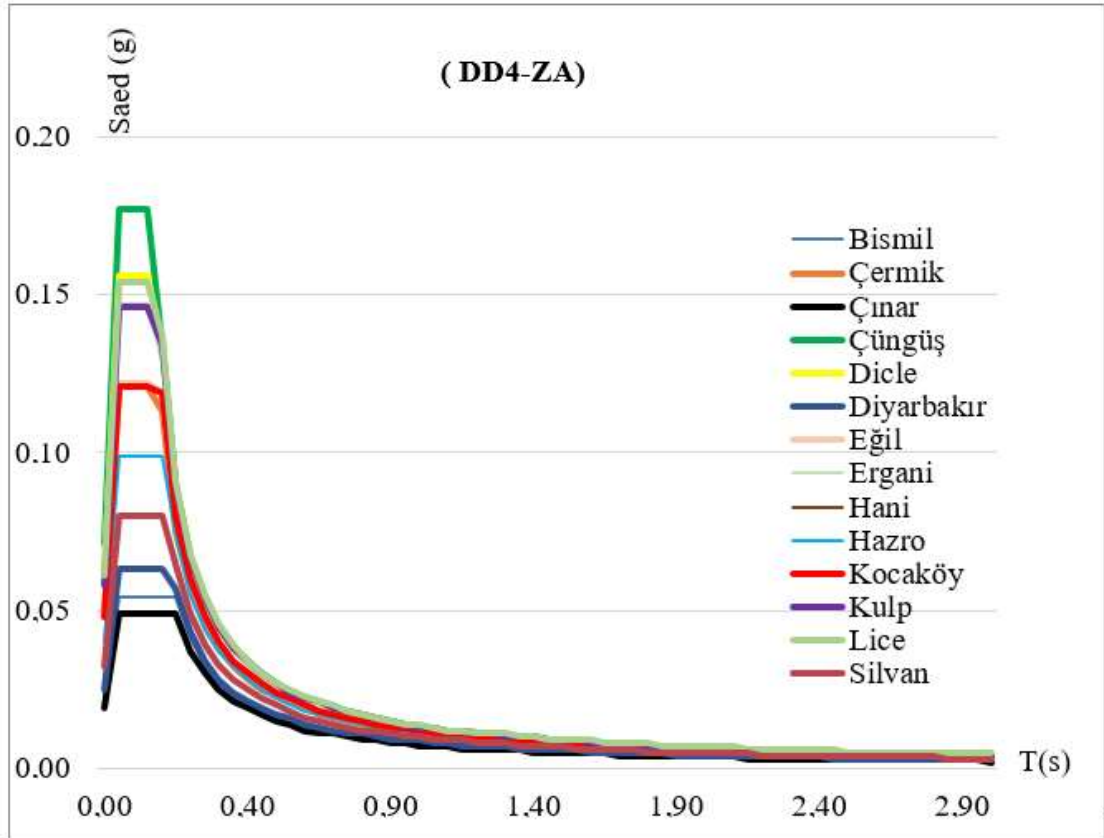


Şekil 3. 7. DD-4/ZA yer hareket düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması

ZB, ZC, ZD ve ZE yerel zemin koşulları ve deprem yer hareket düzeyinin DD-4 olması için Diyarbakır ilinde tüm ilçeler için seçilen coğrafik konumlar için elde edilen yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Yer hareket düzeyinin DD-4 ve yerel zemin sınıfının ZA için elde edilen düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırılması Şekil 3.9’da gösterilmiştir.

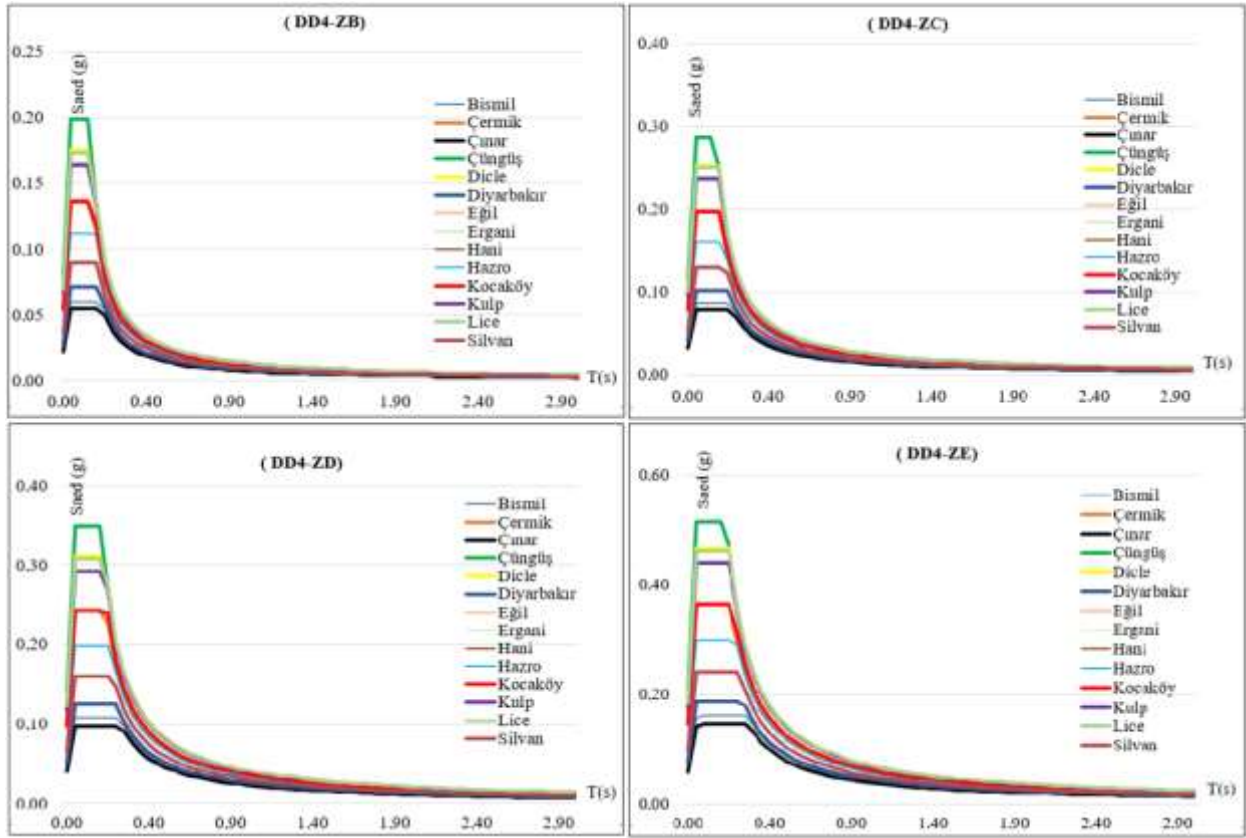


Şekil 3. 8. DD-4/ZB, ZC, ZD ve ZE için yatay elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması



Şekil 3. 9. DD-4/ZA yer hareket düzeyi için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması

Düsey elastik tasarım spektrumlarının ZB, ZC, ZD ve ZE için Diyarbakır ilçeleri için DD-4 yer hareket düzeyinde karşılaştırılmaları Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 10. DD-4/ZB, ZC, ZD ve ZE için düşey elastik tasarım spektrumlarının karşılaştırması

### 3.2. Olumsuzluk Parametreleri İçin Elde Edilen Yapısal Analiz Sonuçları

Bu tez çalışması kapsamında farklı olumsuzluk parametreleri dikkate alınarak yapısal analizler Diyarbakır iline tüm ilçeler için seçilen coğrafik konumlar için elde edilen yatay tasarım spektrumları kullanılarak yapısal analizler ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Öncelikle referans olarak seçilen beş katlı örnek BA yapı modeli için analizler yapılmıştır. Bir sonraki aşamada yapısal analizler yumuşak kat, planda düzensizlik ve kat adedi gibi farklı parametreler dikkate alınarak çalışma kapsamında dikkate alınan tüm coğrafik konumlar için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her bir yapısal model taban kesme kuvveti, yerdeğiştirme değerleri, elastik ve efektif rijitlik değerleri iel yapıdan beklenen hedef yer değiştirme değerleri elde edilmiştir. Hedef yer değiştirme değerleri yaygın olmasından dolayı Eurocode-8'e göre elde edilmiştir. Yapısal analizlerde sonuçların karşılaştırılması açısından yerel zemin sınıfı ZA olarak seçilmiştir.

### 3.2.1. Referans Bina

Referans bina olarak düşünölen yapıda hedef deplasman (target displacement) 0.30 m seçilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Referans betonarme yapı modeli için elde edilen tüm sonuç değerleri Çizelge 3.23'te gösterilmiştir.

**Çizelge 3. 23.** X doğrultusunda elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması.

İlçe	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Yer Değişirme (m)	K_elas	K_eff	DL	SD	NC
Bismil	6012.690	0.088 0.191 0.298	156649.810	68387.770	0,021951	0,038056	0,017111
Çermik	6012.410	0.088 0.186 0.301	156632.860	68409.28	0,051568	0,089401	0,040199
Çınar	6010.59	0.088 0.185 0.297	156649.810	68358.30	0,019278	0,033422	0,015028
Çüngüş	6007.82	0.088 0.184 0.297	156638.930	156638.930	0,077414	0,134209	0,060346
Dicle	6005.690	0.088 0.185 0.299	156622.360	68008.400	0,060131	0,104246	0,046874
Diyarbakır	6008.510	0.088 0.186 0.301	156650.020	68193.300	0,024663	0,042757	0,019226
Eğil	6004.830	0.088 0.186 0.301	156649.810	68120.380	0,047028	0,081530	0,036660
Ergani	6009.050	0.088 0.185 0.299	156625.850	68209.490	0,057362	0,099445	0,044715
Hani	6002.560	0.088 0.183 0.296	156620.980	68215.070	0,060576	0,105017	0,047221
Hazro	6009.520	0.088 0.191 0.299	156649.810	68111.480	0,038805	0,067275	0,030250
Kocaköy	6003.440	0.088 0.187 0.301	156636.750	68455.480	0,047448	0,082258	0,036987
Kulp	5999.420	0.088 0.187 0.300	156646.910	68135.540	0,069372	0,120267	0,054077
Lice	6008.740	0.088 0.186 0.300	156629.390	68290.970	0,065364	0,113319	0,050953
Silvan	6002.370	0.088 0.186 0.301	156649.810	68127.030	0,033258	0,057657	0,025925

Referans bina için yapılan özdeğer (eigen value) analizi yardımı ile yapının doğal titreşim periyodu tüm ilçelerde 0.396s olarak hesaplanmıştır. Yapısal karakteristikler değişmediğinden doğal titreşim periyodunda herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir. Elde edilen sonuçlara göre taban kesme kuvveti, idealize edilmiş eğri üzerinden hesaplanan yer değiştirme değerleri, elastik ve efektif rijitlik değerlerinde herhangi bir değişim olmamıştır. Yapısal özelliklerin sabit kalması yapının sismik kapasitesini değiştirmemiştir. Tasarım spektrum coğrafik konuma göre değişiklik göstermesi özellikle yapıdan beklenen hedef yer değiştirme değerlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. En büyük PGA değerinin elde edildiği Çüngüş için en büyük yerdeğiştirme istem talepleri elde edilirken, en düşük yer değiştirme istem talepleri en düşük PGA değerine sahip Çınar ilçesinde elde edilmiştir. Yer değiştirme istem talepleri tüm ilçelerde seçilen coğrafik konumlara göre değişiklik göstermektedir. Bu da sahaya özgü olarak elde edilecek tasarım spektrumlarının yeni deprem yönetmeliğindeki önemli kazanımlardan biridir. Hedef yer değiştirme değeri sağlanmayan binalarda hasar tahminlerinin ve performanslarının gerçekçi olmayacağı aşikardır. Bu bağlamda her bir coğrafi konumun kendine özgü depremsellik öğeleri ve deprem parametreleri içermesinden dolayı bu noktalara özel tasarım spektrumlarının kullanılması ile yapılardan beklenen performans düzeylerinin daha gerçekçi olacağı sonucunu doğrulamaktadır. Düşük PGA değerleri altında yapıdan daha düşük hedef yer değiştirmeleri beklenirken daha yüksek PGA değerleri elde edilen yerleşim birimleri için daha yüksek hedef yer değiştirmeler elde edilmiştir.

### **3.2.2. Yumuşak Kat**

Yumuşak kat olumsuzluk parametresi için referans binanın 3m olan zemin kat yüksekliği 3.80 m seçilerek kat yüksekliği bakımından yumuşak kat oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu bina modeli için yapılan özdeğer analizi sonucu tüm ilçeler için yapının doğal titreşim periyodu 0.411 s olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yapıda bulunan tüm katların kat yüksekliklerinin eşit olduğu referans yapı modeli için hesaplanan periyot değeri 0.396 s daha büyük çıkmıştır. Periyot değerinin büyük çıkması yapının rijitliğinin azalması anlamı taşımaktadır.

Zemin kat yüksekliğinin yapıda bulunan diğer kat yüksekliklerine göre farklı seçilmesi durumunda yapı modeli için elde edilen sonuç değerleri Çizelge 3.24'te gösterilmiştir.

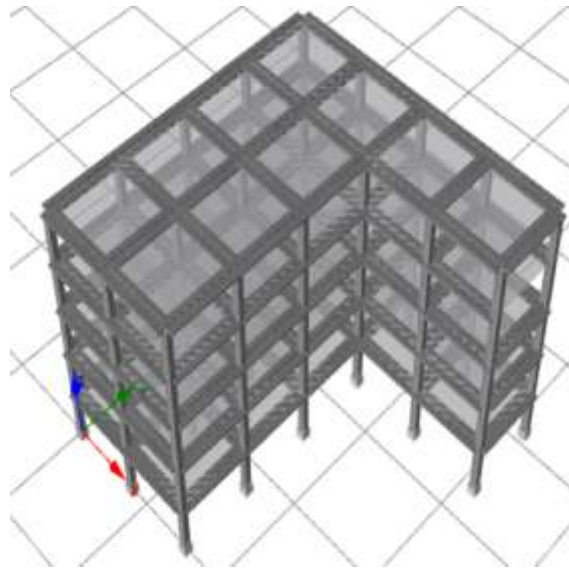
**Çizelge 3. 24.** Yumuşak kat durumu için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması

İlçe	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Yer Değiştirme (m)	K_elas	K-eff	DL	SD	NC
Bismil	4844.480	0.066 0.173 0.310	164931.070	73198.660	0,021903	0,037973	0,017074
Çermik	4845.460	0.067 0.173 0.297 0.066	164569.190	72723.720	0,051632	0,089511	0,040248
Çınar	4845.210	0.173 0.310 0.066	164575.330	72932.240	0,019267	0,033403	0,015019
Çüngüş	4846.180	0.173 0.299 0.066	165232.980	73482.410	0,076958	0,133418	0,059991
Dicle	4844.940	0.177 0.295 0.066	164565.590	73046.920	0,059896	0,103838	0,046690
Diyarbakır	4845.530	0.172 0.311 0.066	164575.330	73054.380	0,024599	0,042646	0,019175
Eğil	4843.390	0.176 0.292 0.066	164575.330	72991.940	0,046900	0,081309	0,036560
Ergani	4845.440	0.170 0.291 0.066	165173.940	73303.860	0,057121	0,099028	0,044528
Hani	4844.630	0.173 0.313 0.067	164565.230	73148.830	0,060388	0,104692	0,047074
Hazro	4845.740	0.174 0.301 0.066	164575.330	72883.580	0,038726	0,067137	0,030188
Kocaköy	4845.360	0.172 0.309 0.066	164570.560	73177.750	0,047375	0,082132	0,036930
Kulp	4843.870	0.176 0.294 0.066	164575.520	72979.540	0,069197	0,119964	0,053941
Lice	4846.340	0.170 0.306 0.066	164568.540	73218.160	0,065167	0,112977	0,050799
Silvan	4847.250	0.175 0.304	164575.330	72948.010	0,033179	0,057521	0,025864

Yapısal karakteristikler değişmediğinden doğal titreşim periyodunda herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir. Elde edilen sonuçlara göre taban kesme kuvveti, idealize edilmiş eğri üzerinden hesaplanan yer değiştirme değerleri, elastik ve efektif rijitlik değerlerinde herhangi bir değişim olmamıştır. Yapısal özelliklerin sabit kalması yapının sismik kapasitesini değiştirmemiştir. Tasarım spektrumunun coğrafik konuma göre değişiklik göstermesi özellikle yapıdan beklenen hedef yer değiştirme değerlerini önemli ölçüde değiştirmiştir. En büyük PGA değerinin elde edildiği Çüngüş için en büyük yerdeğiştirme istem talepleri elde edilirken, en düşük yer değiştirme istem talepleri en düşük PGA değerine sahip Çınar ilçesinde elde edilmiştir. Zemin kat yüksekliğinin diğer katlara daha yüksek olması yapının sismik kapasitesini referans yapı modeline göre oldukça azaltmıştır.

### 3.2.3. Planda Düzensizlik

Bu tez çalışması kapsamında incelenen diğer bir olumsuzluk durumu da planda düzensizlik durumudur. Planda düzensizlik oluşturulurken referans bina üzerinden düzensizlik oluşturulmuştur. Oluşturulan yapı modeli Şekil 3.11’de gösterilmiştir. L şeklinde düzensiz olarak modellenen bina için hedef deplasman değeri 0.30m seçildiğinde yapının kapasitesinin yeterli olmamasından dolayı yapısal analizler tamamlanmamıştır. Bu bağlamda, farklı coğrafik konumlar için elde edilen tasarım spektrumlarının düzensiz yapı üzerindeki etkilerini ortaya koyma adına hedef deplasman değeri 0.12m seçimi yapılarak yapısal analizler her bir ilçe için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm sonuç değerleri Çizelge 3.25’te gösterilmiştir.



Şekil 3. 11. Planda düzensizlik için oluşturulan 3 boyutlu model

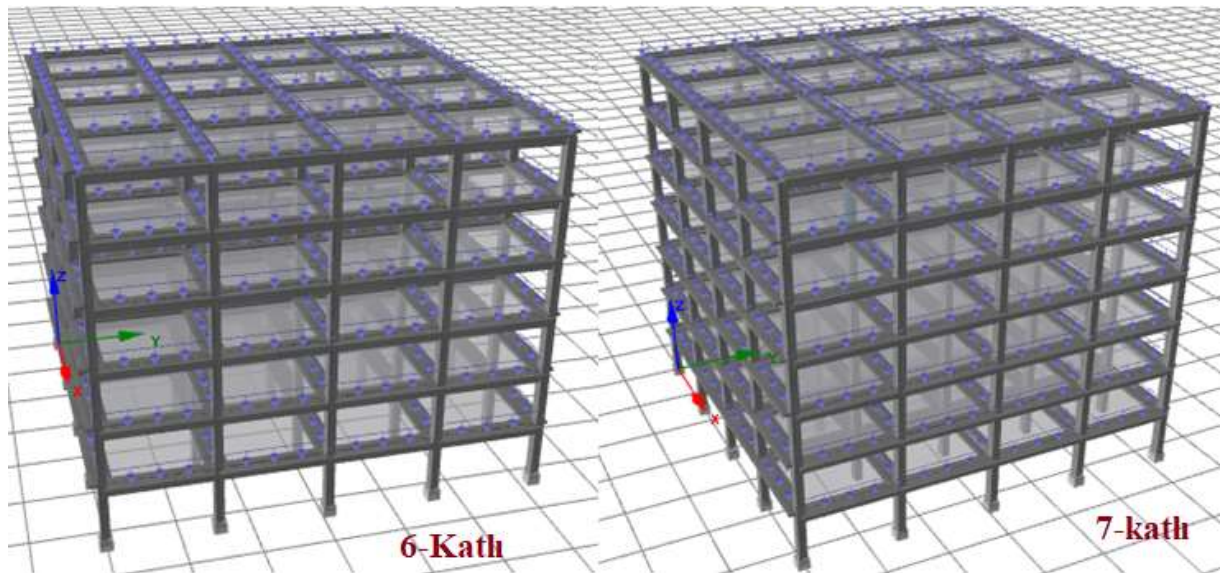
**Çizelge 3. 25.** Düzensiz yapı için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması

İlçe	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Yer Değiştirme (m)	K_elas	K-eff	DL	SD	NC
Bismil	3938.660	0.073 0.106 0.106 0.072	142977.830	53983.060	0,014658	0,025412	0,011426
Çermik	3915.810	0.105 0.105 0.073	142977,83	53983,06	0,034281	0,059431	0,026723
Çınar	3926.560	0.105 0.105 0.073	142977.830	54105.260	0,012841	0,022262	0,010010
Çüngüş	3927.480	0.105 0.105 0.072	142962.510	54159.670	0,051433	0,089767	0,040093
Dicle	3922.550	0.105 0.105 0.073	142858.560	54233.360	0,039857	0,069097	0,031069
Diyarbakır	3934.520	0.105 0.105 0.073	142978.050	54066.670	0,016420	0,028467	0,012800
Eğil	3935.280	0.105 0.105 0.072	142977.830	54086.300	0,031282	0,054232	0,024385
Ergani	3909.690	0.104 0.104 0.072	142873.180	54348.760	0,037996	0,065872	0,029619
Hani	3899.430	0.103 0.103 0.072	142853.450	54457.060	0,040047	0,069428	0,031218
Hazro	3926.880	0.103 0.103 0.073	142977.830	54256.250	0,025730	0,044606	0,020057
Kocaköy	3931.510	0.105 0.105 0.073	142919.570	54092.480	0,031635	0,054844	0,024660
Kulp	3926.240	0.105 0.105 0.073	143002.900	54137.070	0,046107	0,080198	0,035941
Lice	3935.360	0.105 0.105 0.072	142896.900	54131.380	0,043497	0,075505	0,033907
Silvan	3905.560	0.103 0.103	142977.830	54371.130	0,022008	0,038153	0,017155

Düzensiz yapı için yapılan analizler sonucu hedef deplasman değeri ve referans bina için öngörülen hedef deplasman değerini karşılayamadığında daha düşük bir yerdeğiştirme değeri ile analizler gerçekleştirilmiştir. Bu da yapıda planda bulunan düzensizlik durumunun yapının savunma mekanizmasını zayıflattığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Yapı sismik kapasite değeri referans bina modeline göre oldukça düşük değerler almıştır. Hem etkin hem de efektif rijitlik değerleri referans binaya göre azalmıştır. Tez çalışmasında tasarım spektrumunun etkileri açısından bakıldığında ise il içerisinde yer alan tüm ilçelerde sismik kapasite ve diğer değerlerde çok önemsiz farklılıklar elde edilmiştir. Bu durumda da önemli değişiklikler yapıdan performans için beklenen hedef yer değiştirme değerlerinde olmuştur.

### 3.2.4. Kat Adedi

Bu tez çalışması kapsamında ayrıca yapıda bulunan toplam kat adet değişiminin farklı coğrafi konumlar için elde edilen sahaya özgü tasarım spektrumları kullanılarak yapısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Kat adet farklılığı için beş katlı referans binanın yanı sıra altı ve yedi katlı iki farklı yapı modeli daha oluşturulmuştur. Yerel zemin sınıfı ZA, deprem yer hareket düzeyi ise DD-2 olarak seçilmiştir. Altı ve yedi katlı betonarme yapı için yazılım programından elde edilen modeller Şekil 3.12’de gösterilmiştir. 6-katlı betonarme yapı için elde edilen sonuçlar Çizelge 3.26’da; 7-katlı için sonuçlar Çizelge 3.27’de gösterilmiştir.



Şekil 3. 12. 6 ve 7-katlı bina için elde edilen 3 boyutlu yapı modelleri

**Çizelge 3. 26.** 6-katlı yapı için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması

İlçe	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Yer Değiştirme (m)	K_elas	K-eff	DL	SD	NC
Bismil	6103.620	0.103 0.211 0.362	128390.800	59266.510	0,025801	0,044730	0,020113
Çermik	6103.210	0.103 0.210 0.363	128390.500	59273.990	0,060618	0,105090	0,047253
Çınar	6100.480	0.103 0.209 0.361	128390.800	59144.690	0,022678	0,039315	0,017678
Çüngüş	6103.180	0.103 0.210 0.363	128396.810	59274.860	0,090822	0,157453	0,070798
Dicle	6105.430	0.103 0.208 0.359	128390.820	59244.500	0,070494	0,122212	0,054952
Diyarbakır	6102.570	0.103 0.209 0.360	128390.870	59001.090	0,029013	0,050297	0,022616
Eğil	6104.190	0.103 0.209 0.361	128387.020	59261.340	0,055170	0,095646	0,043007
Ergani	6101.010	0.103 0.207 0.356	128390.570	59271.130	0,067332	0,116729	0,052487
Hani	6103.050	0.103 0.209 0.361	128391.460	59286.280	0,071098	0,123259	0,055423
Hazro	6107.890	0.104 0.209 0.359	128384.690	58796.480	0,045700	0,079228	0,035625
Kocaköy	6108.170	0.103 0.209 0.363	128390.650	59294.870	0,055784	0,096710	0,043485
Kulp	6110.880	0.103 0.209 0.363	128398.660	59330.450	0,081345	0,141023	0,063410
Lice	6105.610	0.103 0.209 0.362	128394.450	59211.350	0,076810	0,133161	0,059875
Silvan	6100.050	0.103 0.209 0.360	128390.800	59065.120	0,039083	0,067755	0,030466

**Çizelge 3. 27.** 7-katlı yapı için elde edilen sonuç değerlerinin karşılaştırılması

İlçe	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Yer Değişirme (m)	K_elas	K-eff	DL	SD	NC
Bismil	6221.360	0.120	108416.210	51677.830	0,029821	0,051700	0,023247
		0.244					
		0.419					
Çermik	6213.690	0.121	108417.420	51567.860	0,070143	0,121603	0,054678
		0.235					
		0.418					
Çınar	6225.450	0.121	108415.190	51615.330	0,026200	0,045422	0,020424
		0.244					
		0.421					
Çüngüş	6224.810	0.120	108434.420	51705.910	0,104953	0,181951	0,081813
		0.235					
		0.421					
Dicle	6227.300	0.120	108421.230	51870.540	0,081312	0,140966	0,063385
		0.229					
		0.424					
Diyarbakır	6216.020	0.120	108414.220	51670.200	0,033461	0,058009	0,026083
		0.243					
		0.420					
Eğil	6225.750	0.121	108411.300	51644.850	0,063785	0,110580	0,049722
		0.244					
		0.422					
Ergani	6217.380	0.120	108419.470	51901.130	0,077659	0,134633	0,060537
		0.228					
		0.422					
Hani	6217.660	0.120	108423.680	51654.090	0,082210	0,142522	0,064084
		0.236					
		0.420					
Hazro	6215.470	0.120	108407.080	51606.170	0,052648	0,091273	0,041041
		0.246					
		0.425					
Kocaköy	6220.540	0.120	108416.900	51873.730	0,064370	0,111595	0,050178
		0.244					
		0.420					
Kulp	6230.780	0.120	108437.460	51800.230	0,093960	0,162893	0,073244
		0.235					
		0.421					
Lice	6219.410	0.120	108430.290	51804.310	0,088628	0,153650	0,069088
		0.235					
		0.418					
Silvan	6218.490	0.120	108409.660	51817.910	0,045035	0,078074	0,035106
		0.242					
		0.416					

6-katlı yapı modeli tüm ilçeleri için periyot değeri 0.471s ve 7-katlı için de 0.550 s olarak hesaplanmıştır. Referans bina için elde edilen periyot değerinden daha büyük bir değer elde edilmiştir. Yapısal özellikler her üç kat adedi içinde değişken olarak seçilmediğinden kat adedi arttıkça periyot değeri artmıştır. Kat adedi arttıkça taban kesme kuvveti artış gösterirken, etkin ve efektif rijitlik değeri azalma göstermektedir. Kat adedi arttıkça yapıdan beklenen hedef yer değiştirme istem talepleri artmıştır. Her bir ilçe için elde edilen tasarım spektrumları kullanılarak üç farklı kat adedi için gerçekleştirilen yapısal analiz sonuçları, tasarım spektrumlarının özellikle yapı performans düzeylerinin belirlenmesi için hedeflenen yer değiştirme değerlerini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bir önceki yönetmelikte aynı bölge içerisinde yer alan yerleşim birimleri için aynı değerler elde edilmekte iken güncel yönetmelik ile coğrafi konuma özel olarak elde edilen tasarım spektrumlarının deprem mühendisliği açısından önemli bir kazanım olduğu bir kez daha gözler önüne serilmektedir.

#### 4.SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında güncel yönetmelik ile birlikte kullanılmaya başlanan ve coğrafik konuma göre İnteraktif Web Deprem Uygulaması kullanılarak elde edilen tasarım spektrumlarının il içerisindeki değişimi Diyarbakır ili özelinde incelenmiştir. Bir önceki deprem bölgeleri haritasında Merkez, Bismil ve Çınar 2. derece deprem bölgesinde yer alırken diğer yerleşim birimleri 1.derece deprem bölgesi olarak dikkate alınmakta olup, yapısal analiz ve değerlendirme de bölge bazlı hesaplamalar yapılmakta idi. Ancak yeni yönetmelik ile birlikte bölge bazlı veriler konum bazlı olarak hesaplanmaya başlanmıştır. Bir önceki deprem yönetmeliğinde aynı bölge içerisindeki yerleşim birimleri için aynı değerler elde edilmekte iken bu çalışma her bir yerleşim birimi için değerlerin farklılaştığını ortaya koymaktadır. Çalışma kapsamında Diyarbakır ili ve tüm ilçe merkezi için elde edilen deprem parametreleri değerlerinin ilçeden ilçeye ne kadar değiştiği ortaya konmuştur. Bu değişimler bölgenin depremselliği, fay ve fay gruplarının özellikleri ile coğrafik konumun fay/fay gruplarına mesafesi, bölgede geçmişte meydana gelen deprem vd. özelliklerden kaynaklandığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Çalışma kapsamında Diyarbakır ilinde yer alan tüm ilçelerden rastgele seçilen her bir coğrafik konum için deprem parametreleri ve tasarım spektrumları elde edilmiştir. Deprem parametre ve tasarım spektrumlarında her bir ilçe için farklılıklar elde edilmiştir. Çalışmada dikkate alınan konumlar itibarı ile tekrarlanma periyodu 475 yıl ve aşılma olasılığı %10 olan depremler için pik yer ivmesi Diyarbakır için 0.10-0.43g arasında değişen değerler almıştır. En büyük değerler Çüngüş için elde edilirken en düşük değerler Çınar için elde edilmiştir. İl içerisinde yer alan tüm ilçeler için dört farklı yer hareket düzeyi ve beş farklı yerel zemin sınıfı dikkate alınarak deprem parametreleri olarak yerel zemin katsayıları ( $F_s$  ve  $F_1$ ), tasarı spektral ivme katsayıları ( $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$ ) ile tasarım spektrum köşe periyotları ( $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_{AD}$  ve  $T_{BD}$ ) değerleri hesaplanmış ve il içerisindeki değişimleri çizelgeler yardımı ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Elde edilen tasarım spektrumları kullanılarak örnek olarak seçilen betonarme yapı için statik analizler gerçekleştirilmiştir. Yumuşak kat, planda düzensizlik ve kat adedi gibi üç farklı değişken de seçilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. En önemli değişimin yapıdan beklenen hedef yer değiştirme değerlerinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada ayrıca kat adedi, yumuşak kat, planda düzensiz ve kısa kolon etkileri, tüm ilçe merkezleri için elde edilen tasarım spektrum eğrileri kullanılarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir parametre için sonlu elemanlar yardımı analizler yapılmış elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Olumsuzluk parametrelerine sahip betonarme binaların referans binaya göre periyot değerlerinin arttığı ve sismik kapasitelerinin düştüğü görülmüştür. Bu da bu

olumsuzluk parametrelerine sahip betonarme binaların rijitliği daha düşük deprem açısından daha kırılgan yapılar olduğu anlamı taşımaktadır. Tasarlanacak olan betonarme binalarda bu olumsuzluk parametrelerine dikkat edilmesi elde edilecek olan betonarme binaların rijitlik, periyot, süneklik ve yük taşıma kapasitesi gibi taşıyıcı sistem davranış özellikleri ve can güvenliği açısından son derece önemli olacaktır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda zaman tanım alanında analiz ve benzeri yapısal analizler kullanılarak coğrafik konuma özel tasarım spektrumlarının etkilerinin farklı parametreler üzerindeki etkilerinin incelenmesi noktasında bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar kullanılabilir. Ayrıca bu tez çalışması kapsamında yapısal özellikler açısından üç farklı değişken değeri arttırılarak analizlerin yapılması elde edilecek sonuçları daha değerli kılacaktır.



## 5. KAYNAKLAR

- Aksoylu C, Arslan MH, 2019. Çerçeve+Perde Türü Betonarme Binaların Periyod Hesaplarının TBDY-2019 Yönetmeliğine Göre Ampirik Olarak Değerlendirilmesi. Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering, 24(3):365-382.
- Al-Nimry H, Resheidat M, Qeran S. 2015. Rapid Assessment for Seismic Vulnerability of Low and Medium Rise Infilled RC Frame Buildings. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 14(2):275-293.
- Anadolu NC, Kalyoncuoğlu ÜY, 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Depremselliği ve Deprem Tehlike Analizi. Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science, 14(1):84-94.
- Antoniou S, Pinho R. 2003. Seismostruct–seismic analysis program by Seismosoft. User Manual. Pavia, Italy: Seismosoft Inc
- Antoniou S, Pinho R, 2004. Development and Verification of a Displacement-Based Adaptive Pushover Procedure. Journal of Earthquake Engineering, 8(5): 643-661.
- Arslan MH, Ceylan M, Kayuncu TA, 2010. New Method for Rapid Assessment of Performances of Existing RC Buildings Under Earthquake Loading. IV. European Conference on Computational Mechanics Palais des Congrès, 16-11 May 2010, Paris, France.
- Arslan MH, Köroğlu MA, Köken A, 2008. Binaların Yapısal Performansının Statik İtme Analizi İle Belirlenmesi. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(2):71-84.
- Bal IE, Gulay FG, Tezcan SS, 2008. A New Approach for The Preliminary Seismic Assessment of RC Buildings: P25 Scoring Method. Proceedings of 14th WCEE, Beijing, China.
- Başlı D, Çağatay İH, 2011. 2007 Deprem Yönetmeliği'ne Göre Yapı Düzensizliklerinin Betonarme Binaların Deprem Davranışlarına Olan Etkilerinin İncelenmesi. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(2):163-172.
- Borcherdt RD, 1990. Influence of Local Geology in the San Francisco Bay Region California on Ground Motions Generated 1990, by the Loma Prieta Earthquake of October 17, 1989. Proceedings of International Symposium on Safety of Urban Life and Facilities, Tokyo, Japan
- Çağatay İH, 2007. Binalarda Kısa Kolona Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, s:229- 236.
- Çağdaş F, Eminoğlu M, Yalçınkaya H, 2009. Diyarbakır'ın İmara Esas Jeolojik Durumu. TMMOB Diyarbakır Kent Sempozyumu, Diyarbakır, Türkiye.
- DBYBHY, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

- Demir S, 2013. Mevcut Betonarme Yapılarda Kısa Kolon Davranışlarının İyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Durmuş E, 2018. Diyarbakır İlinde Yerleşmelerinin Yükselti Basamaklarına Göre Dağılışı. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara
- Ertürkmen D, Çağatay İ, 2016. Dolgu Duvarlı Yapılarda Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Düzensizliklerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(2):269-278.
- Eurocode, C.E.N., 2005. Eurocode-8: Design of Structures for Earthquake Resistance-Part 3: Assessment and Retrofitting of Buildings, EN1998-3. European Committee for Standardization:Bruxelles, Belgium.
- Ferracuti B, Pinho R, Savoia M, Francia R, 2009. Verification of Displacement-Based Adaptive Pushover Through Multi-Ground Motion Incremental Dynamic Analyses. Engineering Structures, 31:1789-1799.
- Hadzima Nyarko M, Mišetić V, Morić D, 2017. Seismic Vulnerability Assessment of an Old Historical Masonry Building in Osijek, Croatia, using Damage Index. Journal of Cultural Heritage, 28:140-150.
- Harirchian E, Lahmer T, Buddhiraju S, Mohammad K, Mosavi A, 2020. Earthquake Safety Assessment of Buildings Through Rapid Visual Screening. Buildings, 10(3):51.  
<https://tdth.afad.gov.tr/> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- <https://www.researchgate.net/publication/343962770> Türkiye'nin Diri Fay Yapısı ve Depremsellik Özellikleri (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Inel M, Ozmen HB, Akyol E, 2013. Observations on the Building Damages After 19 May 2011 Simav (Turkey) Earthquake. Bulletin of Earthquake Engineering, 11(1):255-283.
- Isik E, 2016. Consistency of the Rapid Assessment Method for Reinforced Concrete Buildings. Earthquakes and Structures, 11(5):873-885.
- İşık E, Büyüksaraç A, Ekinci, YL, Aydın MC, Harirchian E, 2020. The Effect of Site-Specific Design Spectrum on Earthquake-Building Parameters: A Case Study from the Marmara Region (NW Turkey). Applied Sciences, 10(20):7247.
- İşık E, 2013. Bitlis İli Yapı Stoğunun Birinci Kademe (Sokak Tarama Yöntemi İle) Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1):173-178.
- İşık E, Büyüksaraç A, Aydın MC 2016. Effects of local Soil Conditions on Earthquake Damages. In: Górecki J (editor). Journal of Current Construction Issues. Civil Engineering

Present Problems, Innovative Solutions - Sustainable Development in Construction. BGJ Consulting, Bydgoszcz, Poland, pp:191-198.

Işık E, Karaşin İB, Ulu AE, 2020. Eğimli Zeminlerde İnşa Edilen Betonarme Binaların Deprem Davranışlarının İncelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (20):162-170.

Işık E, Özdemir M, 2017. Normal Kat Yüksekliğinin Farklı Olması Durumunda Yapı Performansının İncelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6 (1):98-106.

Işık E, Öztürk G, 2017. Betonarme Binalarda Kat Yüksekliğinin Yapı Performansına Etkisi. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1):299-305.

Işık MF, Işık E, Bülbül MA, 2018. The Application of IOS / Android Based Assessment and Monitoring System for Building Inventory under the Impact of Earthquake. Gradevinar, 70(12):1095-1108.

İmamoğlu MŞ, 2019. Diyarbakır İl Merkezi ve Çevresinin Depremselliği ve Zemin Özellikleri. DÜMF Mühendislik Dergisi, 10(2):697-707.

İmamoğlu MŞ, Çetin E, 2007. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, (9):93-103.

Karadoğan S, Kavak MT, 2017. Diyarbakır Havzasında İklim Üzerinde Etkili Olan Yer Şekilleri ve Litolojik Faktörlerin MODİS Uydu Görüntüsü Verileri ile İncelenmesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 60(4):557-568.

Karasin İB, Işık E, Demirci A, Aydın MC, 2020. Coğrafi Konuma Özel Tasarım Spektrumlarının Betonarme Yapı Performansına Etkisi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(3):1319-1330.

Karaşin İB, Işık E, 2017. Farklı Yapı Davranış Katsayıları için Zemin Koşullarının Yapı Performansına Etkisi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 8(4):661-673.

Kutanis M, Ulutaş H, Işık E, 2018. PSHA of Van Province for Performance Assessment Using Spectrally Matched Strong Ground Motion Records. Journal of Earth System Science, 127(7):1-14.

Kutanis M, Boru EO, Işık E, 2017. Alternative Instrumentation Schemes for the Structural Identification of the Reinforced Concrete Field Test Structure by Ambient Vibration Measurements. KSCE Journal of Civil Engineering, 21(5):1793-1801.

Meral E, 2019. Betonarme Binalarda Kısa Kolon Etkilerinin Araştırılması. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 11(2):515-527.

- Ordu E, Özkan MT, 2006. Three-dimensional Finite Element Analysis of the Seismic Behavior of Pile Foundations. *İtü Dergisi/d*, 5(2): 27-34.
- Ozcebe G, 2004. Seismic Assessment and Rehabilitation of Existing Buildings. TÜBİTAK Research Report, no: ICTAG YMAU I, 574, Ankara.
- Ozmen HB, 2005. Investigation of Effects of the Parameters Used in Rapid Seismic Evaluation Methods on the Building Performance. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ozmen HB, Inel M, 2017. Effect of Rapid Screening Parameters on Seismic Performance of RC Buildings. *Structural Engineering and Mechanics*, 62(4):391-399.
- Özdemir M, Işık E, Ülker M, 2016. Farklı Kat Adetlerine Sahip Betonarme Binaların Performans Değerlendirilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2):183-190.
- Pinho R, Casarotti C, Antoniou S, 2007. A Comparison of Single-Run Pushover Analysis Techniques for Seismic Assessment of Bridges. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 36:1347-1362.
- Pinto PE, Franchin P, 2011. Eurocode 8-Part 3: Assessment and Retrofitting of Buildings. Eurocode 8. Background and Applications, Dissemination of Information for Training. Lisbon, Portugal.
- Salimbahrami SR, Gholhaki M, 2019. Effects of Higher Modes and Degrees of Freedom (DOF) on Strength Reduction Factor in Reinforced Concrete Frames Equipped With Steel Plate Shear Wall. *Structures*, 19:234-247.
- Seismosoft, 2020. SeismoStruct 2020– A Computer Program for Static and Dynamic Nonlinear Analysis of Framed Structures, available from <http://www.seismosoft.com>.
- Sevimli S, 2019. Batman ve Çevresinin Geoteknik Deprem Mühendisliği Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.
- Šipoš TK, Hadzima-Nyarko M, 2017. Rapid Seismic Risk Assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24:348-360.
- Sucuoğlu H, Yazgan U, Yakut A, 2007. A Screening Procedure for Seismic Risk Assessment in Urban Building Stocks. *Earthquake Spectra*, 23(2): 441-458.
- Sütçü, YV, 2008. Türkiye Jeoloji Haritaları, 1/100.000 ölçekli, No: 72 (L45 paftası), No: 73 (M44 paftası), No: 74 (M43 paftası), No: 75 (L44 paftası), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- TBDY-2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete; 30364, Ankara, Türkiye.
- Yakut A, 2004. Preliminary Seismic Performance Assessment Procedure for Existing RC Buildings. *Engineering Structures*, 26(10):1447-1461.

Yakut A, Erberik MA, Ilki A, Sucuoğlu H, Akkar S, 2014. Rapid Seismic Assessment Procedures for the Turkish Building Stock.15-35, In: Seismic Evaluation and Rehabilitation of Structures. Springer.

Yön B, Öncü ME, Calayır Y, 2015. Effects of Seismic Zones and Local Soil Conditions on Response of RC Buildings. Grağevinar, 67(06):585-596.



## ÖZGEÇMİŞ

Remzi SARI

